

PAT-NO: JP410011923A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 10011923 A

TITLE: ROTARY DISK-TYPE INFORMATION STORING APPARATUS

PUBN-DATE: January 16, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

SATOU, KAZUYASU

HARADA, TAKESHI

SAEGUSA, SHOZO

YOSHIDA, SHINOBU

HAMAGUCHI, TETSUYA

TOYAMA, SOICHI

MURANISHI, MASARU

ARISAKA, HISAHIRO

NAKAMURA, SHIGEO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

HITACHI LTD

N/A

APPL-NO: JP08159502

APPL-DATE: June 20, 1996

INT-CL (IPC): G11B021/10, G11B021/21

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enhance positioning accuracy for a head of a rotary disk-type information storing apparatus and increase a recording density, by providing a fine movement positioning actuator which can be formed in the same method as semiconductor elements, requires a low drive voltage and generates no vibrations to a movement of a head-supporting member.

SOLUTION: A fine movement actuator is formed with the use of a silicon substrate, which comprises a fixed member 110, a movable member 120, elastic springs 130, 132 of large spring constants in a direction of a movement of a load arm, and an elastic spring 131 of a small spring constant in the direction, with coils 150, 151 on the fixed member and a soft magnetic film 160 on the movable member. The actuator is held between the load arm 200 and a slider 270, so that the slider is moved to correct an error in positioning of a voice coil motor 182, thereby to position a head.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-11923

(43)公開日 平成10年(1998)1月16日

(51)Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 1 B	21/10		G 1 1 B	N
	21/21		21/21	D

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平8-159502

(22)出願日 平成8年(1996)6月20日

(71)出願人 000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 佐藤 和恭
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 原田 武
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(72)発明者 三枝 省三
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日立製作所機械研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

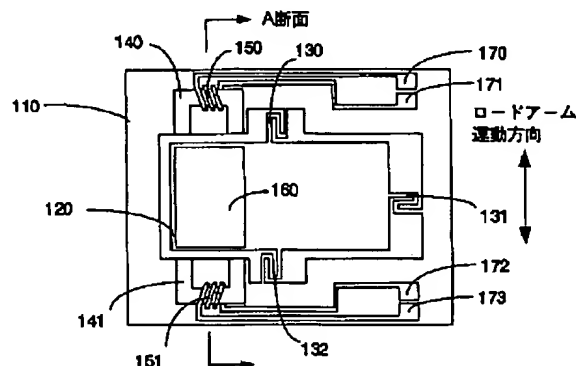
(54)【発明の名称】 回転ディスク型情報記憶装置

(57)【要約】

【課題】駆動電圧が低く、ヘッド支持部材の運動に伴う振動がなく、半導体素子と同じ製造方法で形成可能な位置決め用微動アクチュエータを提供し、回転ディスク型情報記憶装置のヘッド位置決め精度を上げ記録密度を高める。

【解決手段】シリコン基板を用いて、固定部材110、可動部材120、ロードアームの運動方向にばね定数の大きい弾性ばね130、131、この方向にばね定数の小さい弾性ばね131からなり、固定部材上にコイル150、151、可動部材上に軟磁性膜160を有する微動アクチュエータを形成する。本アクチュエータをロードアーム200とスライダ270の間に挟みボイスコイルモータの位置決め誤差を補正するようにスライダを移動させ位置決めを行う。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】情報の書き込みと読み出しを行う磁気ヘッドと、前記情報が記憶される磁気媒体を有する磁気ディスクと、前記磁気ヘッドが取り付けられ前記磁気ヘッドを前記磁気ディスク上に浮遊させるスライダと、前記スライダを支持するロードアームと、前記ロードアームを前記磁気ディスク上の所定の位置に移動させるための第一のアクチュエータとを有する磁気ディスク装置において、

前記スライダと前記ロードアームの間に、前記ロードアームに対し前記磁気ヘッドが取り付けられた前記スライダを相対運動させる第二のアクチュエータを有し、前記第二のアクチュエータは、コイルとヨークからなる電磁石を複数個有する固定部材と、軟磁性膜を有する可動部材と、前記固定部材に対し前記可動部材が相対運動可能なように、前記可動部材を支持する3個の弾性ばねとからなり、前記3個の弾性ばねのうち、少なくとも1個の弾性ばねが、前記ロードアームの運動方向に対し平行方向のばね定数の方が垂直方向のばね定数よりも大きいという性質を有することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項2】情報の書き込みと読み出しを行う磁気ヘッドと、前記情報が記憶される磁気媒体を有する磁気ディスクと、前記磁気ヘッドが取り付けられ前記磁気ヘッドを前記磁気ディスク上に浮遊させるスライダと、前記スライダを支持するロードアームと、前記ロードアームを前記磁気ディスク上の所定の位置に移動させるための第一のアクチュエータとを有する磁気ディスク装置において、

前記スライダと前記ロードアームの間に、前記ロードアームに対し前記磁気ヘッドが取り付けられた前記スライダを相対運動させる第二のアクチュエータを有し、前記第二のアクチュエータは、コイルとヨークからなる電磁石を複数個有する固定部材と、軟磁性膜を有する可動部材と、前記固定部材に対し前記可動部材が相対運動可能なように、前記可動部材を支持する4個以上の弾性ばねとからなり、前記4個以上の弾性ばねのうち、複数の弾性ばねが、前記ロードアームの運動方向に対し平行方向のばね定数の方が垂直方向のばね定数よりも大きい、という性質を有することを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項3】情報の書き込みと読み出しを行う磁気ヘッドと、前記情報が記憶される磁気媒体を有する磁気ディスクと、前記磁気ヘッドが取り付けられ前記磁気ヘッドを前記磁気ディスク上に浮遊させるスライダと、前記スライダを支持するロードアームと、前記ロードアームを前記磁気ディスク上の所定の位置に移動させるための第一のアクチュエータとを有する磁気ディスク装置において、

前記スライダと前記ロードアームの間に、前記ロードアームに対し前記磁気ヘッドが取り付けられた前記スライダを相対運動させる第二のアクチュエータを有し、前記

第二のアクチュエータは、コイルとヨークからなる電磁石を複数個有する固定部材と、軟磁性膜を有する可動部材と、前記固定部材に対し前記可動部材が相対運動可能なように、前記可動部材を支持する1個のひんじ機構部からなることを特徴とする磁気ディスク装置。

【請求項4】情報の書き込みと読み出しを行うヘッドと、前記情報が記憶される回転ディスクと、前記ヘッドを支持する支持部材と、前記支持部材を前記回転ディスク上の所定の位置に移動させるための第一のアクチュエータとを有する回転ディスク型情報記憶装置において、前記ヘッドと前記支持部材の間に、前記支持部材に対し前記ヘッドを相対運動させる第二のアクチュエータを有し、前記第二のアクチュエータは、請求項1、2または3に記載の性質を有する回転ディスク型情報記憶装置。

【請求項5】請求項1、2または3において、前記第二のアクチュエータが有する前記固定部材が、前記複数のコイルを有し、前記コイルの電極が、前記ロードアーム上に配置された電極と微細なワイヤで電気的に接続されている磁気ディスク装置。

【請求項6】請求項1、2または3において、前記第二のアクチュエータが有する前記固定部材が、前記複数のコイルを有し、このコイルの電極が、前記ロードアーム上に配置された電極と低融点金属化合物で電気的に接続されている磁気ディスク装置。

【請求項7】請求項1、2、3または4において、前記第二のアクチュエータが有する前記固定部材および前記可動部材および前記弾性ばね及び前記ひんじ機構部が、シリコン、酸化シリコン、ステンレススチール、ニッケル、鉄とニッケルの化合物、銅の中のいずれかの材料を主成分とするアクチュエータ。

【請求項8】請求項1、2、3または4において、前記第二のアクチュエータの製造方法が、シリコンの表面に酸化シリコン膜を形成する工程と、銅またはアルミニウムからなる電極膜を形成する工程と、ポリイミドまたはフォトレジストまたは金属酸化物または金属窒化合物からなる絶縁膜を形成する工程と、鉄または鉄とニッケルの化合物からなる軟磁性膜を形成する工程と、シリコン及び酸化シリコンをエッチングにより加工する工程からなるアクチュエータの製造方法。

【請求項9】請求項1、2、3または4において、前記第二のアクチュエータの製造方法が、銅またはニッケルまたはステンレススチールまたは鉄とニッケルの化合物をメッキ法で成長させる工程と、ポリイミドまたはフォトレジストまたは金属酸化物または金属窒化合物からなる絶縁膜を形成する工程と、銅またはアルミニウムからなる電極膜を形成する工程と、鉄または鉄とニッケルの化合物からなる軟磁性膜を形成する工程からなるアクチュエータの製造方法。

【請求項10】請求項1、2、3または4において、前記第二のアクチュエータの製造方法が、銅またはニッケ

ルまたはステンレススチールまたは鉄とニッケルの化合物からなる箔をエッチングまたはプレスで加工する工程と、ポリイミドまたはフォトレジストまたは金属酸化物または金属窒化合物からなる絶縁膜を形成する工程と、銅またはアルミニウムからなる電極膜を形成する工程と、鉄または鉄とニッケルの化合物からなる軟磁性膜を形成する工程からなるアクチュエータの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は磁気ディスク装置をはじめとする回転ディスク型情報記憶装置およびアクチュエータの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、磁気ディスク装置をはじめとする回転ディスク型情報記憶装置には、情報が記憶される回転ディスクと、このディスクに情報の書き込みと読み出しを行うヘッドと、これらのヘッドを回転ディスク上の所定の位置に位置決めするためのアクチュエータを有している。

【0003】一例として磁気ディスク装置の場合の構造を図19に示す。回転ディスクとして磁性膜を表面に形成した磁気ディスク220を、ヘッドとして電磁変換素子からなる磁気ヘッドを(図19には記載せず)、アクチュエータとして永久磁石180とコイル181からなるボイスコイルモータ182を有している。磁気ヘッドは、磁気ヘッドを磁気ディスク上に浮遊させる機能を有するスライダ270に取り付けられ、さらに、スライダ270は、スライダを支持する機能を有するロードアーム200内に形成されたジンバル板210に固定され支持される。ロードアーム200はピボット軸190に固定されており、ベース板240に対して回転運動可能のように保持される。ピボット軸190とベース板240の間には、ピボット軸190がベース板240に対し容易に回転運動できるように軸受250が挟んである。ピボット軸190には、固定された複数のロードアームが互いにぶつからないようにスペーサ260が固定され、さらにスペーサ260のロードアーム200に対向するところには、コイル181が取り付けられている。コイル181に電流を流すと、コイルは、このコイルを挟むようにベース板240に固定された永久磁石180から電磁力を受け、ピボット軸190を中心にして回転運動を行う。このコイルの回転運動によりロードアーム200もピボット軸190を中心にして回転運動を行い、磁気ディスク220の所定の位置にスライダ270に取り付けられた磁気ヘッドを位置決めする動作が行われる。通常、外径が3.5インチ以下の磁気ディスクを用いる磁気ディスク装置では、ここで説明した位置決め動作に使用する駆動電源として電圧12V以下の直流電源が用いられる。

【0004】このような回転ディスク型情報記憶装置に

対しては、高記録密度化に対する強い要求があり、これを実現するための一つの方法は、回転ディスクに対する書き込み読み出し用ヘッドの位置決め誤差を低減し、より高精度な位置決め動作を達成することである。図19で述べた磁気ディスク装置では、磁気ディスク面に対する磁気ヘッドの位置決め動作は、ボイスコイルモータ182によって行われているが、この方法での位置決め精度の向上には限界がある。より高精度な位置決め動作を行うための一つの方法としては、磁気ヘッドに近い位置に、磁気ヘッドの位置を微調整するためのアクチュエータを搭載するという方法が考えられる。

【0005】図18は特開昭62-250570号公報に記載された磁気ヘッドの位置微調整用アクチュエータの構造を示す。磁気ヘッド300を浮遊させる機能を有するスライダ270に、鉛、ジルコニウム、チタンの酸化物(PZT)を主成分とする積層された圧電体290、291、292、293、294とスライダの一部からなる片持ち梁が形成され、この梁の自由端側の先端部に磁気ヘッド300が取り付けられている。各圧電体の両端には、圧電体に電圧を印加するための電極312、313、314、315、316、317が形成されており、電極312、314、316は電極310に、電極313、315、317は電極311に接続されている。電極310と311に電圧を印加することにより、それぞれの圧電体が伸縮し、それによって圧電体とスライダの一部からなる片持ち梁がたわみ、磁気ヘッドの位置を片持ち梁に対し垂直な方向に移動することができる。すなわちこの片持ち梁がアクチュエータの機能を有している。図18に示したアクチュエータは、磁気ヘッドをロードアームの運動方向に対し垂直な方向に高精度に位置決めするためのものであるが、片持ち梁を構成する圧電体とスライダの一部の向きを変えることによって、磁気ヘッドをロードアームの運動方向に対し平行な方向に相対運動させることもできるようになり、ボイスコイルモータによる位置決め誤差を補正するように磁気ヘッドに位置を微調整することが可能となる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】このように、圧電体とスライダの一部で構成した片持ち梁型アクチュエータを用いることによって、磁気ヘッドの位置決め精度を向上させることが可能であるが、このアクチュエータには次に説明するような三つの課題がある。

【0007】第一に、駆動電圧が高いという課題である。圧電体を用いた片持ち梁型アクチュエータの場合、1μmの変位を得るためには、数十Vから100Vの高電圧を必要とする。しかし、すでに述べたように外径3.5インチ以下の磁気ディスクを用いる磁気ディスク装置では、最大電圧が12Vの直流電源を用いて位置決め用のボイスコイルモータを駆動するため、このままでは、ボイスコイルモータによる位置決め機構で生じる1

μm 程度の位置決め誤差を補正するためには、高電圧用の電源を別に用意しなければならない。このことは、磁気ディスク装置の小型化や低価格化に対して大きな問題になる。

【0008】第二に、ロードアームによる位置決めを行う際に、磁気ヘッドが振動するという課題である。磁気ヘッドが取り付けられているのが、片持ち梁型アクチュエータの自由端側の先端であるため、ボイスコイルモータによる位置決め動作でロードアームが加速度をもって動いた時には、片持ち梁の先端にロードアームの運動方向に平行な向きの力が働き、その力によって磁気ヘッドが振動するのである。振動がおさまるには時間がかかるため、所定の位置に磁気ヘッドを高精度に位置決めするために必要な時間が相対的に長くなってしまう。このことは、磁気ディスク装置の情報書き込み速度や情報読み出し速度の高速化に対して大きな問題になる。

【0009】第三に、長さ1mmから数mmのスライダの一部に複数の圧電体と電極を固定しなければならないため、加工が非常に難しいという課題である。図18で示したアクチュエータは、スライダの表面に順次圧電膜や電極膜を積層していくという工程では加工できないため、1mm以下の複数の微小な圧電体と電極からなる部材をまず形成し、さらにその部材をスライダに形成した梁状の部分に固定する必要がある。このような加工は、半導体素子などで用いられる基板上に膜を積層していくという工程よりもはるかに複雑で、大量生産に向かない加工である。このことは、アクチュエータの生産効率を高めるということに対して大きな問題となる。

【0010】本発明の目的は、駆動電圧が低く、読み出し/書き込み用のヘッドを支持する支持部材の運動に伴うヘッドの振動がなく、かつ半導体素子の製造工程とほぼ同様な工程で製造可能な高精度位置決め用のアクチュエータを提供し、さらに本発明のアクチュエータを用いることにより、高い記録密度を安価に実現できる小型で高速の読み出し/書き込みが可能な磁気ディスク装置を始めとする回転ディスク型情報記憶装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の回転ディスク型情報記憶装置は、以下の手段を備える。

【0012】(1) 情報の書き込みと読み出しを行う磁気ヘッドと、情報が記憶される磁気媒体を有する磁気ディスクと、前記磁気ヘッドが取り付けられ前記磁気ヘッドを前記磁気ディスク上に浮遊させるスライダと、前記スライダを支持するロードアームと、前記ロードアームを磁気ディスク上の所定の位置に移動させるための第一のアクチュエータとを有する磁気ディスク装置において、前記スライダと前記ロードアームの間に、前記ロードアームに対し前記磁気ヘッドが取り付けられた前記ス

ライダを相対運動させる第二のアクチュエータを有し、前記第二のアクチュエータは、コイルとヨークからなる電磁石を複数個有する固定部材と、軟磁性膜を有する可動部材と、前記固定部材に対し前記可動部材が相対運動可能なように、前記可動部材を支持する3個の弾性ばねからなり、前記3個の弾性ばねのうち、少なくとも1個の弾性ばねが、前記ロードアームの運動方向に対し平行方向のばね定数の方が垂直方向のばね定数よりも大きい、という性質を有するようにしたものである。

10 【0013】(2) 情報の書き込みと読み出しを行う磁気ヘッドと、情報が記憶される磁気媒体を有する磁気ディスクと、前記磁気ヘッドが取り付けられ前記磁気ヘッドを前記磁気ディスク上に浮遊させるスライダと、前記スライダを支持するロードアームと、前記ロードアームを磁気ディスク上の所定の位置に移動させるための第一のアクチュエータとを有する磁気ディスク装置において、前記スライダと前記ロードアームの間に、前記ロードアームに対し前記磁気ヘッドが取り付けられた前記スライダを相対運動させる第二のアクチュエータを有し、前記第二のアクチュエータは、コイルとヨークからなる電磁石を複数個有する固定部材と、軟磁性膜を有する可動部材と、前記固定部材に対し前記可動部材が相対運動可能なように、前記可動部材を支持する4個または4個以上の弾性ばねからなり、前記4個または4個以上の弾性ばねのうち、複数個の弾性ばねが、前記ロードアームの運動方向に対し平行方向のばね定数の方が垂直方向のばね定数よりも大きい、という性質を有するようにしたものである。

30 【0014】(3) 情報の書き込みと読み出しを行う磁気ヘッドと、情報が記憶される磁気媒体を有する磁気ディスクと、前記磁気ヘッドが取り付けられ前記磁気ヘッドを前記磁気ディスク上に浮遊させるスライダと、前記スライダを支持するロードアームと、前記ロードアームを磁気ディスク上の所定の位置に移動させるための第一のアクチュエータとを有する磁気ディスク装置において、前記スライダと前記ロードアームの間に、前記ロードアームに対し前記磁気ヘッドが取り付けられた前記スライダを相対運動させる第二のアクチュエータを有し、前記第二のアクチュエータは、コイルとヨークからなる電磁石を複数個有する固定部材と、軟磁性膜を有する可動部材と、前記固定部材に対し前記可動部材が相対運動可能なように、前記可動部材を支持する1個のひんじ機構部からなるようにしたものである。

40 【0015】(4) 情報の書き込みと読み出しを行うヘッドと、情報が記憶される回転ディスクと、前記ヘッドを支持する支持部材と、前記支持部材を回転ディスク上の所定の位置に移動させるための第一のアクチュエータとを有する回転ディスク型情報記憶装置において、前記ヘッドと前記支持部材の間に、前記支持部材に対し前記ヘッドを相対運動させる第二のアクチュエータを有し、

前記第二のアクチュエータは、(1)、(2)または(3)に記載の性質を有するようにしたものである。

【0016】(5)(1)から(3)において、前記第二のアクチュエータが有する前記固定部材が、前記複数のコイルを有し、このコイルの電極が、前記ロードアーム上に配置された電極と微細なワイヤで電氣的に接続されているようにしたものである。

【0017】(6)(1)、(2)または(3)において、前記第二のアクチュエータが有する前記固定部材が、前記複数のコイルを有し、このコイルの電極が、前記ロードアーム上に配置された電極と低融点金属化合物で電氣的に接続されているようにしたものである。

【0018】(7)(1)、(2)、(3)または(4)において、前記第二のアクチュエータが有する前記固定部材および前記可動部材および前記弾性ばね及び前記ひんじ機構部が、シリコン、酸化シリコン、ステンレススチール、ニッケル、鉄とニッケルの化合物、銅の中のいずれかの材料を主成分とするようにしたものである。

【0019】(8)(1)、(2)、(3)または(4)において、前記第二のアクチュエータの製造方法が、シリコンの表面に酸化シリコン膜を形成する工程と、銅またはアルミニウムからなる電極膜を形成する工程と、ポリイミドまたはフォトレジストまたは金属酸化物または金属窒化合物からなる絶縁膜を形成する工程と、鉄または鉄とニッケルの化合物からなる軟磁性膜を形成する工程と、シリコン及び酸化シリコンをエッチングにより加工する工程からなるようにしたものである。

【0020】(9)(1)、(2)、(3)または(4)において、前記第二のアクチュエータの製造方法が、銅またはニッケルまたはステンレススチールまたは鉄とニッケルの化合物をメッキ法で成長させる工程と、ポリイミドまたはフォトレジストまたは金属酸化物または金属窒化合物からなる絶縁膜を形成する工程と、銅またはアルミニウムからなる電極膜を形成する工程と、鉄または鉄とニッケルの化合物からなる軟磁性膜を形成する工程からなるようにしたものである。

【0021】(10)(1)、(2)、(3)または(4)において、前記第二のアクチュエータの製造方法が、銅またはニッケルまたはステンレススチールまたは鉄とニッケルの化合物からなる箔をエッチングまたはプレスで加工する工程と、ポリイミドまたはフォトレジストまたは金属酸化物または金属窒化合物からなる絶縁膜を形成する工程と、銅またはアルミニウムからなる電極膜を形成する工程と、鉄または鉄とニッケルの化合物からなる軟磁性膜を形成する工程からなるようにしたものである。

【0022】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を、図面を用いて説明する。

【0023】図1は本発明の第一の実施例である磁気デ

ィスク装置に搭載される、磁気ヘッドの高精度位置決め用微動アクチュエータの構造を示す上面図である。本アクチュエータは、固定部材110と、可動部材120と、可動部材120が固定部材110に対し相対運動可能なように可動部材を支持する3本の弾性ばね130、131、132から構成されている。後で説明するように、この微動アクチュエータはロードアームに固定して用いるもので、上記した3本の弾性ばねのうち、130と132で示した弾性ばねは、ロードアームの運動方向に対して平行な方向のばね定数が垂直な方向のばね定数よりも大きい構造になっており、逆に131で示した弾性ばねは、平行な方向のばね定数よりも垂直な方向のばね定数の方が小さい構造になっている。固定部材、可動部材、及び3本の弾性ばねは、全て上面に酸化シリコンを有するシリコンをエッチング技術を用いて加工することによって形成される。エッチングの方法は、まず酸化シリコンが形成されている上面からドライエッチング法により酸化シリコンを加工し、次に基板に残した酸化シリコンをマスクにしてシリコンをドライエッチング法により加工するという方法を用いている。加工時間を短縮するために、最後にシリコン基板の裏面からシリコンをウェットエッチングにより加工しても良い。加工の詳細については、図2及び図3を用いて、後で詳しく説明する。固定部材110の上面には、鉄とニッケルの合金からなるヨーク140、141、銅とポリイミドを積層した構造のコイル150、151、銅からなる引き出し電極170、171、172、173が形成されている。ヨーク及び引き出し電極は、メッキ法を用いて固定部材上に形成されているが、必ずしもメッキ法でなくても良く、スパッタ法、もしくは真空蒸着法で形成しても良い。可動部材120の上面には、鉄とニッケルの合金からなる軟磁性膜160が形成されている。この軟磁性膜もメッキ法を用いて可動部材上に形成されているが、必ずしもメッキ法でなくても良く、スパッタ法、もしくは真空蒸着法で形成しても良い。

【0024】次に、このアクチュエータの動作原理を説明する。例えば固定部材110上の電極170と171の間に通電すると、コイル150に電流が流れ、ヨーク140に磁束が発生する。この磁束によって可動部材120上の軟磁性膜160には、ヨーク140の方を向いた電磁吸引力が働き、この引力によって、可動部材は固定部材のヨーク140が形成されている方にわずかに移動する。逆に、電極172と173の間に通電すると、コイル151に電流が流れ、ヨーク141に磁束が発生する。この磁束によって軟磁性膜160には、ヨーク141の方を向いた電磁吸引力が働き、この引力によって、可動部材は固定部材のヨーク141が形成されている方にわずかに移動する。この時の可動部材の固定部材に対する移動量は、コイルの巻き数とコイルに通電する電流値と可動部材を支持する3個の弾性ばねのばね定数では

は決まる量なので、コイルに通電する電流値を所定の値にすることにより、固定部材に対して可動部材を所定の距離だけ移動させることが可能となる。

【0025】図2は図1で示した磁気ヘッドの高精度位置決め用微動アクチュエータのA断面を示す断面図である。本アクチュエータを構成する固定部材110、可動部材120、および弾性ばね130、131、132は、既に述べたように上面に酸化シリコン1102を有するシリコン基板1101から形成されている。

【0026】図2を用いて本アクチュエータの形成方法について説明する。まず本アクチュエータを構成する固定部材、可動部材、および弾性ばねの加工方法についてであるが、固定部材と可動部材の間や弾性ばねの不要部分の酸化シリコンを上面からドライエッチングにより除去し、次に残された酸化シリコンをマスクにして固定部材と可動部材の間や弾性ばねの不要部分のシリコンを上面からドライエッチングにより除去するという方法を用いている。この方法により、図2に示した固定部材110と可動部材120の間の空間を形成して可動部材を固定部材から分離したり、固定部材と可動部材をつなぐ弾性ばねの複雑な形状を形成することが可能となる。また、シリコンのドライエッチングは長時間を要することから、シリコン基板のドライエッチングをシリコン基板の中ほどで止め、その後は、シリコン基板の裏面からウェットエッチングにより可動部材の周囲を一度に除去して、可動部材を固定部材から分離するという方法でも良い。この場合は、本アクチュエータの断面は図3に示したようになる。エッチング溝1201が、ウェットエッチングによりシリコンを除去した部分である。ウェットエッチングはドライエッチングと比較して細かい加工には不向きであるが、エッチング速度が速いため、精度の要求されないこのような部分の加工には有利である。

【0027】シリコン基板の加工終了後、次に、酸化シリコンの上面にコイルや電極などの部品を形成する。まず、固定部材110上に形成されるコイル150の形成方法についてであるが、これは、銅のメッキ膜からなる第一層コイル電極1505、ポリイミドからなる第一層層間絶縁膜1504、鉄とニッケルの合金のメッキ膜からなるコア1502、ポリイミドからなる第二層層間絶縁膜1501、銅のメッキ膜からなる第二層コイル電極1503を酸化シリコン1102上に順次積層することによって形成する。第一層電極と第二層電極が二つの層間絶縁膜を取り囲むように接続され、コイルの機能をはたしている。コイル151もまったく同様に、第一層コイル電極1515、第一層層間絶縁膜1514、コア1512、第二層層間絶縁膜1511、第二層コイル電極1513を固定部材である酸化シリコン1102上に順次積層することによって形成する。次に、電極170、171、172、173の形成方法についてであるが、これらの電極は第一層コイル電極の形成と同時に同じよ

うに銅のメッキ膜を用いて固定部材である酸化シリコン上に形成する。次に、ヨーク140、141であるが、これらはコイルのコアを形成するときに同時に鉄とニッケルの合金からなるメッキ膜を用いて固定部材である酸化シリコン上に形成する。最後に、可動部材120上に形成される軟磁性膜160であるが、これは、先に述べたヨークと同様、コイルのコアを形成するときに同時に鉄とニッケルの合金からなるメッキ膜を用いて可動部材である酸化シリコン上に形成する。なお、本微動アクチュエータでは、電極、コア、ヨーク、軟磁性膜は全てメッキ法を用いて形成しているが、これらは、先に述べたように、スパッタ法や真空蒸着法を用いて形成しても良い。また、コイルに用いる層間絶縁膜は、ここでは、ポリイミドを用いており、これはスピンコート法により形成されるが、一般に用いられるスピンコートしたフォトレジストや、スパッタ法や真空蒸着法で形成した無機の酸化シリコン膜や窒化シリコン膜などをを用いても良い。また、本実施例では、固定部材、可動部材、および弾性ばねを形成した後で、コイル、電極および軟磁性膜を形成しているが、先にコイル、電極および軟磁性膜を形成し、後から固定部材、可動部材、および弾性ばねを形成しても良い。

【0028】図4は本発明の第一の実施例である磁気ディスク装置の全体を表す上面図、図5は、図4で示した磁気ディスク装置全体のB断面図である。本実施例の磁気ディスク装置の基本的な構造は、図26で示した従来の磁気ディスク装置と同様で、磁性膜を表面に形成した情報が記憶される磁気ディスク220、情報の読み出しと書き込みを行う電磁変換素子からなる磁気ヘッド（図4および図5には記載せず）、取り付けられた磁気ヘッドを磁気ディスク上に浮遊させるためのスライダ270（図4には記載せず）、スライダを支持するロードアーム200、ロードアームを磁気ディスク上の所定の位置に位置決めするためのボイスコイルモータ182から構成されている。磁気ディスク220は、スピンドルモータ230により回転し、ロードアーム200は、ピボット軸190に固定されベース板240に対し回転運動可能のように保持される。ピボット軸190とベース板240の間には、ピボット軸がベース板に対し容易に回転運動できるように軸受け250が挟んである。ピボット軸190には、固定された複数のロードアームが互いにぶつからないようにスペーサ260が固定され、さらにここにはコイル181が固定され、ベース板240上に固定されている永久磁石180と対になってボイスコイルモータ182を構成している。ここまでの構造は、従来の磁気ディスク装置と同じであるが、本実施例では、磁気ヘッドが取り付けられているスライダ270と、スライダが従来固定されていたロードアーム200内に形成されたジンバル板210の間に、図1で示した微動アクチュエータ1が挟み込まれている。

11

【0029】図6は本実施例の磁気ディスク装置のロードアーム200のジンバル板部を拡大した上面図である。図1で示した微動アクチュエータ1の固定部材の上面が、ちょうどロードアーム200の先端に形成されたジンバル板210の裏面に固定される。このとき、微動アクチュエータ1の可動部材を支持する3本の弾性ばねのうち、130で示した弾性ばねと132で示した弾性ばねは、ロードアームの運動方向に対して平行方向のばね定数の方が垂直方向のばね定数よりも高くなり、131で示した弾性ばねは、ロードアームの運動方向に対して平行方向のばね定数の方が垂直方向のばね定数よりも低くなるように固定する。スライダ270は、微動アクチュエータ1の可動部材の裏面に固定される。微動アクチュエータ1の固定部材の上面に形成されている電極170、171、172、173は、ロードアーム200上に形成されている電極174、175、176、177と、微細なワイヤ280、281、282、283でそれぞれ接続されている。ロードアーム上の電極174、175、176、177は、ステンレスのロードアームの上にポリイミドからなる絶縁膜を形成し、その上にメッキ法で形成した銅膜を用いており、最終的には、磁気ディスク装置内の電源に接続される。アクチュエータ上の電極とロードアーム上の電極を接続するワイヤは、金やアルミニウムからなり、市販のワイヤボンディング装置を用いて張られる。

【0030】図7は本実施例の磁気ディスク装置のロードアーム先端部のC断面図である。ここで示している微動アクチュエータは、図2で説明した、ドライエッチングにより固定部材110と可動部材120を分離したタイプのものである。微動アクチュエータの固定部材110の上面が、固定部材の上面に形成されたコイル150および151を介してジンバル板210の裏面に固定されている。一方、微動アクチュエータの可動部材120の裏面に、スライダ270が固定されている。この図からわかるように、微動アクチュエータの固定部材上のコイル150および151の方が、可動部材上の軟磁性膜160よりも高さが高いので、固定部材をジンバル板に固定したときにも、可動部材がジンバル板に接触して可動部材の運動が阻害されることはない。また、可動部材の裏面にスライダを固定するときに、適切な接着剤を用いることにより、接着剤層の厚み分だけ、スライダが固定部材の裏面から離れることになり、スライダが固定部材に接触してスライダの運動が阻害されることはない。従って、コイル150および151に電流を流すことにより、なめらかに磁気ヘッドが取り付けられているスライダをロードアームに対して移動させることが可能となる。

【0031】次に、本実施例である磁気ディスク装置における位置決め動作について図1、図4および図6を用いて説明する。スライダ270に固定された磁気ヘッ

12

ドは、スライダによって磁気ディスク220上を浮遊しながら、ボイスコイルモータ182によって磁気ディスク上の所定の位置に位置決めされる。しかし、ボイスコイルモータによる位置決め精度には限界があり、目標とする位置と実際の位置との間には誤差がある。この誤差を検出し補正に必要な移動量を求めて、その補正量に対応した電流を、微動アクチュエータ1上のコイル150または151に通電する。微動アクチュエータ1は、ジンバル板210とスライダ270の間に固定されており、微動アクチュエータの固定部材110がジンバル板に、可動部材120がスライダに固定されているため、コイルに流した電流に応じて可動部材が固定部材に対して所定の距離だけ相対運動し、それに伴って、スライダに取り付けられた磁気ヘッドがボイスコイルモータによる位置決め誤差を補正するようにロードアームに対して移動して目標とする位置に位置決めされる。

【0032】図6で説明したように、可動部材を支持する3本の弾性ばねのうち、130で示した弾性ばねと132で示した弾性ばねは、ロードアームの運動方向に対して平行方向のばね定数の方が垂直方向のばね定数よりも高い構造になっており、一方、131で示した弾性ばねは、ロードアームの運動方向に対して平行方向のばね定数の方が垂直方向のばね定数よりも低い構造になっている。このため、位置決め動作によってロードアームが加速度をもって運動し、ロードアームの先端に固定された微動アクチュエータに力がかかった場合でも、可動部材120は、ロードアームの運動方向に対して平行な方向にばね定数が大きい二つの弾性ばね130と132で支持されているため、ほとんど振動することがない。

【0033】なお、弾性ばね131が、ロードアームの運動方向に対して平行方向のばね定数が低く垂直方向のばね定数が高い構造になっているため、可動部材120は、コイル150および151に電流を流したとき、固定部材110に対して回転運動に近い運動をすることになる。

【0034】また、電磁吸引力は、低い電圧でも大きな引力を発生させることができるため、ボイスコイルモータによる位置決め機構で生じる1 μ m程度の位置決め誤差を補正するためには、5V程度の直流電源があれば十分で、磁気ディスク装置の中に搭載されている電源をそのまま用いることが可能である。

【0035】以上述べてきたことから明らかなように、本実施例の磁気ディスク装置は、(1)半導体素子と同様に基板上に膜を積層する工程で加工することができ、(2)ロードアームの運動時にも振動することがなく、(3)5V程度の低電圧で駆動できる微動アクチュエータをロードアームとスライダの間に有しているため、容易に位置決め精度を向上でき、高記録密度化を実現できるものである。

【0036】本実施例では、微動アクチュエータを構成

13

する3本の弾性ばねのうち、2本がロードアームの運動方向に対し平行な方向のばね定数の方が大きい構成になっているが、1本だけがこのような特性をもっている場合でも、同じような効果を得ることが可能である。

【0037】図8は本発明の第二の実施例である磁気ディスク装置のロードアーム201のジンバル板部を拡大した上面図である。本実施例では、ロードアームの裏面に電極174、175、176、177が形成されており、微動アクチュエータの固定部材上の電極170、171、172、173とそれぞれ低融点金属であるはんだで接続されている。用いられる微動アクチュエータは本発明の第一の実施例で述べたものとまったく同じもので、固定部材110、可動部材120、および3本の弾性ばね130、131、132からなり、固定部材の上面には、コイル150、151とコイルに通電するための電極170、171、172、173が形成され、可動部材の上面には磁性膜160が形成されている。磁気ディスク装置としての構成も第一の実施例と同様で、固定部材110の上面がロードアームの端にあるジンバル板211の裏面に固定され、可動部材120の裏面にはスライダ270が固定されている。

【0038】図9は本実施例である磁気ディスク装置のロードアーム201のジンバル部分を拡大した裏面図である。本実施例では、ロードアーム201はポリイミドで形成されており、ロードアーム裏面の電極はメッキ法で形成した銅膜を用いている。

【0039】図10と図11は図9で説明した本実施例である磁気ディスク装置のロードアーム先端部のD断面とE断面をそれぞれ表す断面図である。図10で示したように、ロードアーム201の裏面にある電極174と微動アクチュエータ1の固定部材110上の電極170とは、はんだ1701で電気的に接続される。図11で示したように、他の電極も同様に、電極175と電極171ははんだ1711で、電極176と電極172ははんだ1721で、電極177と電極173ははんだ1731でそれぞれ電気的に接続される。

【0040】本実施例で述べた磁気ディスク装置は、第一の実施例とまったく同じ効果を持ち、さらにワイヤボンディングという電極接続工程を必要としないので、第一の実施例以上に簡単に記録密度の高い磁気ディスク装置を実現することが可能である。なお、本実施例では、ロードアーム裏面の電極と微動アクチュエータ上の電極をはんだで接続しているが、これははんだである必要はなく、他の低融点金属化合物を用いても良いし、異方性導電シートを挟む方法や機械的に圧接する方法でも同様の効果を得ることができる。

【0041】図12は本発明の第三の実施例である磁気ディスク装置に搭載される、磁気ヘッドの高精度位置決め用微動アクチュエータの構造を示す上面図である。本微動アクチュエータも、図1で示した第一の実施例で用

14

いる微動アクチュエータと同様、固定部材110と、可動部材120と、可動部材120が固定部材110に対し相対運動可能なように可動部材を支持する3本の弾性ばね130、131、132から構成され、ロードアームの先端に固定されて用いられる。3本の弾性ばねのうち、130と132で示した弾性ばねは、ロードアームの運動方向に対し平行な方向のばね定数が垂直な方向のばね定数よりも大きい構成になっており、逆に131で示した弾性ばねは、平行な方向のばね定数よりも垂直な方向のばね定数の方が小さい構成になっている。固定部材、可動部材、及び3本の弾性ばねは、全て上面に酸化シリコンを有するシリコンをエッチング技術を用いて加工することによって形成され、エッチングの方法も図1で示した微動アクチュエータと同じである。固定部材110の上面には、鉄とニッケルの合金からなるヨーク140、141、銅とポリイミドを積層した構造のコイル150、151、銅からなる引き出し電極170、171、172、173が形成されている。ヨーク及び引き出し電極は、メッキ法を用いて固定部材上に形成されているが、必ずしもメッキ法でなくても良く、スパッタ法、もしくは真空蒸着法で形成しても良い。可動部材120の上面には、鉄とニッケルの合金からなる軟磁性膜160および161が形成されている。この軟磁性膜もメッキ法を用いて可動部材上に形成されているが、必ずしもメッキ法でなくても良く、スパッタ法、もしくは真空蒸着法で形成しても良い。

【0042】本実施例で用いる微動アクチュエータと図1で示した微動アクチュエータの違いは、固定部材110と可動部材120の配置の違いである。すなわち、図1で示した微動アクチュエータでは、固定部材が可動部材を囲うように外側に配置されていたが、本実施例では、可動部材が固定部材を囲うように外側に配置されている。従って、コイル150に通電してヨーク140に磁束が発生すると、可動部材上の軟磁性膜160がヨーク140に引き寄せられ、コイル151に通電してヨーク141に磁束が発生すると、可動部材上の軟磁性膜161がヨーク141に引き寄せられる。このようにして、固定部材に対して可動部材を移動させることができる。

【0043】図13は本実施例で用いる微動アクチュエータのG断面を表す断面図である。固定部材、可動部材及び弾性ばねの加工法、および軟磁性膜、電極およびコイルの形成法は、全て図1で示した第一の実施例で用いた微動アクチュエータと同じである。なお、本実施例で用いる微動アクチュエータは、図3で示したアクチュエータと同様な方法で固定部材と可動部材を分離しており、固定部材の裏面のシリコンをウェットエッチングにより大きく除去してある。

【0044】図14は本実施例の磁気ディスク装置のロードアーム200のジンバル板部を拡大した上面図である。図12で示した微動アクチュエータ2の固定部材の

上面が、ちょうどロードアーム200の先端に形成されたジンバル板210の裏面に固定される。このとき、微動アクチュエータ2の可動部材を支持する3本の弾性ばねのうち、130で示した弾性ばねと132で示した弾性ばねは、ロードアームの運動方向に対して平行方向のばね定数の方が垂直方向のばね定数よりも高くなり、131で示した弾性ばねは、ロードアームの運動方向に対して平行方向のばね定数の方が垂直方向のばね定数よりも低くなるように固定する。スライダ270は、微動アクチュエータ2の可動部材の裏面に固定される。微動アクチュエータ2の固定部材の上面に形成されている電極170、171、172、173は、ロードアーム200上に形成されている電極174、175、176、177と、微細なワイヤ280、281、282、283でそれぞれ接続されている。ロードアーム上の電極174、175、176、177は、ステンレスのロードアームの上にポリイミドからなる絶縁膜を形成し、その上にメッキ法で形成した銅膜を用いており、最終的には、磁気ディスク装置内の電源に接続される。アクチュエータ上の電極とロードアーム上の電極を接続するワイヤは、金やアルミニウムからなり、市販のワイヤボンディング装置を用いて張られる。

【0045】図15は本発明の第四の実施例である磁気ディスク装置に搭載される、磁気ヘッドの高精度位置決め用微動アクチュエータの構造を示す上面図である。本微動アクチュエータは、固定部材110、可動部材120、および可動部材120が固定部材110に対し相対運動可能なように可動部材を支持する4本の弾性ばね130、131、132、133から構成され、これまで述べてきた他の微動アクチュエータと同様ロードアームの先端に固定されて用いられる。4本の弾性ばねのうち、130と132で示した弾性ばねは、ロードアームの運動方向に対し平行な方向のばね定数が垂直な方向のばね定数よりも大きい構造になっており、逆に131と133で示した弾性ばねは、平行な方向のばね定数よりも垂直な方向のばね定数の方が小さい構造になっている。固定部材、可動部材、および4本の弾性ばねは、全て上面に酸化シリコンを有するシリコンをエッチング技術を用いて加工することによって形成され、エッチングの方法は図1で示した微動アクチュエータと同じである。固定部材110の上面には、鉄とニッケルの合金からなるヨーク140、141、銅とポリイミドを積層した構造のコイル150、151、銅からなる引き出し電極170、171、172、173が形成されている。ヨーク及び引き出し電極は、メッキ法を用いて固定部材上に形成されているが、必ずしもメッキ法でなくても良く、スパッタ法、もしくは真空蒸着法で形成しても良い。可動部材120の上面には、鉄とニッケルの合金からなる軟磁性膜160が形成されている。この軟磁性膜もメッキ法を用いて可動部材上に形成されているが、必

ずしもメッキ法でなくても良く、スパッタ法、もしくは真空蒸着法で形成しても良い。

【0046】本実施例の磁気ディスク装置でも、第一の実施例と同じように、図15で示した微動アクチュエータの固定部材の上面がロードアーム先端に形成されたジンバル板の裏面に固定され、可動部材の裏面に磁気ヘッドを取り付けたスライダが固定される。電極170と171を通してコイル150に通電すると、ヨーク140内に磁束が発生し軟磁性膜160がヨーク140の方に引き寄せられ、その結果可動部材が固定部材に対し時計回りに相対運動をする。可動部材が回転運動に近い運動をする理由は、可動部材を支える弾性ばねがすでに述べたようにばね定数の異方性を有しており、可動部材を並進運動させる方向に固く、可動部材を回転運動させる方向に柔らかいからである。逆に、電極172と173を通してコイル151に通電すると、ヨーク141内に磁束が発生し軟磁性膜160がヨーク141の方に引き寄せられ、その結果可動部材が固定部材に対し反時計回りに相対運動をする。この動作により、ロードアームの位置決め誤差を補正するように、磁気ヘッドをロードアームに対して移動させることが可能となる。

【0047】本実施例の磁気ディスク装置も、第一の実施例の磁気ディスクと同様の効果を有し、さらに、可動部材を支える弾性ばねが4本になっていることから、可動部材の移動面に対し垂直な方向の不要な振動をより抑えることが可能となる。

【0048】図16は本発明の第五の実施例である磁気ディスク装置に搭載される、磁気ヘッドの高精度位置決め用微動アクチュエータの構造を示す上面図である。本微動アクチュエータは、固定部材110、可動部材120、および可動部材120が固定部材110に対し相対運動可能なように可動部材を支持する4本の弾性ばね130、131、132、133から構成され、同様にロードアームの先端に固定されて用いられる。4本の弾性ばねのうち、130と132で示した弾性ばねは、ロードアームの運動方向に対し平行な方向のばね定数が垂直な方向のばね定数よりも大きい構造になっており、逆に131と133で示した弾性ばねは、平行な方向のばね定数よりも垂直な方向のばね定数の方が小さい構造になっている。固定部材、可動部材、および4本の弾性ばねの形成方法は、図15の微動アクチュエータと同様である。固定部材110の上面には、鉄とニッケルの合金からなるヨーク140、141、142、143、銅とポリイミドを積層した構造のコイル150、151、152、153、銅からなる引き出し電極170、171、172、173が形成されている。コイル150と152の電極は電極178で、コイル151と153は電極179でそれぞれ接続されている。ヨーク及び引き出し電極は、メッキ法を用いて固定部材上に形成されているが、必ずしもメッキ法でなくても良く、スパッタ法、も

17

しくは真空蒸着法で形成しても良い。可動部材120の上面には、鉄とニッケルの合金からなる軟磁性膜160、161、162、163が形成されている。この軟磁性膜もメッキ法を用いて可動部材上に形成されているが、必ずしもメッキ法でなくても良く、スパッタ法、もしくは真空蒸着法で形成しても良い。

【0049】本実施例の磁気ディスク装置でも、図16で示した微動アクチュエータの固定部材の上面がロードアーム先端に形成されたジンバル板の裏面に固定され、可動部材の裏面に磁気ヘッドを取り付けたスライダが固定される。電極170と171を通してコイル150と152に通電すると、ヨーク140と142内に磁束が発生し軟磁性膜160と162がヨーク140と142の方にそれぞれ引き寄せられ、その結果可動部材が固定部材に対し時計回りに相対運動をする。逆に、電極172と173を通してコイル151と153に通電すると、ヨーク141と143内に磁束が発生し軟磁性膜161と163がヨーク141と143の方に引き寄せられ、その結果可動部材が固定部材に対し反時計回りに相対運動をする。この動作により、ロードアームの位置決め誤差を補正するように、磁気ヘッドをロードアームに対して移動させることが可能となる。

【0050】本実施例の磁気ディスク装置も、第一の実施例の磁気ディスクと同様の効果を有し、さらに、第六の実施例の場合と同様、可動部材を支える弾性ばねが4本になっていることから、可動部材の移動面に対し垂直な方向の不要な振動をより抑えることが可能となる。

【0051】図17は本発明の第六の実施例である磁気ディスク装置に搭載される、磁気ヘッドの高精度位置決め用微動アクチュエータの構造を示す上面図である。本微動アクチュエータは、固定部材110、可動部材120、および可動部材120が固定部材110に対し相対運動可能なように可動部材を支持するひんじ機構部134から構成され、同様にロードアームの先端に固定されて用いられる。固定部材、可動部材、およびひんじ機構部の形成方法は、図15の微動アクチュエータと同様である。固定部材110の上面には、鉄とニッケルの合金からなるヨーク140、141、銅とポリイミドを積層した構造のコイル150、151、銅からなる引き出し電極170、171、172、173が形成されている。ヨーク、コイルおよび引き出し電極の形成法は他の実施例で説明した方法と同じである。可動部材120の上面には、鉄とニッケルの合金からなる軟磁性膜160が形成されている。この軟磁性膜の形成法も他の実施例で説明した方法と同じである。

【0052】本実施例の磁気ディスク装置でも、図17で示した微動アクチュエータの固定部材の上面がロードアーム先端に形成されたジンバル板の裏面に固定され、可動部材の裏面に磁気ヘッドを取り付けたスライダが固定される。電極170と171を通してコイル150に通

18

電すると、ヨーク140内に磁束が発生し軟磁性膜160がヨーク140の方に引き寄せられ、その結果可動部材が固定部材に対し時計回りに相対運動をする。逆に、電極172と173を通してコイル151に通電すると、ヨーク141内に磁束が発生し軟磁性膜160がヨーク141の方に引き寄せられ、その結果可動部材が固定部材に対し反時計回りに相対運動をする。この動作により、ロードアームの位置決め誤差を補正するように、磁気ヘッドをロードアームに対して移動させることが可能となる。

【0053】本実施例の磁気ディスク装置では、微動アクチュエータの可動部材を支える方法として、弾性ばねではなくひんじ機構部を用いている。ひんじ機構部は、弾性ばねよりもロードアームの運動方向に平行な可動部材の振動をより効果的に抑えることができるので、本実施例の磁気ディスク装置は、第一の実施例の磁気ディスクが有するロードアームの運動に伴う可動部材の振動を抑圧する効果をより効果的に実現することが可能である。もちろん、第一の実施例が有する他の効果、すなわち、半導体素子と同様な方法で作成でき、低電圧で微動アクチュエータを駆動できるという効果はそのまま保存されている。

【0054】なお、ここで説明した微動アクチュエータは、すべてシリコンと酸化シリコンからなる部材の上に電極、コイル、軟磁性膜を形成して作られているが、部材として、メッキで形成した銅またはニッケルまたはステンレスチールまたはニッケルと鉄の化合物を用いても良いし、また、銅またはニッケルまたはステンレスチールまたはニッケルと鉄の化合物からなる箔をエッチングまたはプレスで加工したものを用いても良い。

【0055】

【発明の効果】本発明によれば、3.5 インチの磁気ディスクを用いる磁気ディスク装置に通常搭載されている電圧の低い電源で駆動でき、ヘッドを支持する支持部材の運動時に振動がなく、半導体素子と同様な製造方法で形成することが可能な、回転ディスク型情報記憶装置の位置決め用微動アクチュエータを提供することができ、それによって、回転ディスク型情報記憶装置の記録密度を格段に高くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第一の実施例の磁気ディスク装置に搭載される位置決め用微動アクチュエータの上面図。

【図2】本発明の第一の実施例の磁気ディスク装置に搭載される位置決め用微動アクチュエータのA断面図。

【図3】本発明の第一の実施例の磁気ディスク装置に搭載される位置決め用微動アクチュエータのA断面図。

【図4】本発明の第一の実施例の磁気ディスク装置の上面図。

【図5】本発明の第一の実施例の磁気ディスク装置のB断面図。

19

【図6】本発明の第一の実施例の磁気ディスク装置のロードアーム先端部の上面図。

【図7】本発明の第一の実施例の磁気ディスク装置のロードアーム先端部のC断面図。

【図8】本発明の第二の実施例の磁気ディスク装置のロードアーム先端部の上面図。

【図9】本発明の第二の実施例の磁気ディスク装置のロードアーム先端部の裏面図。

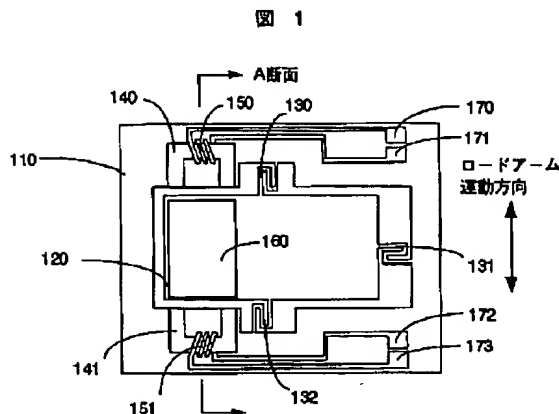
【図10】本発明の第二の実施例の磁気ディスク装置のロードアーム先端部のD断面図。

【図11】本発明の第二の実施例の磁気ディスク装置のロードアーム先端部のE断面図。

【図12】本発明の第三の実施例の磁気ディスク装置に搭載される位置決め用微動アクチュエータの上面図。

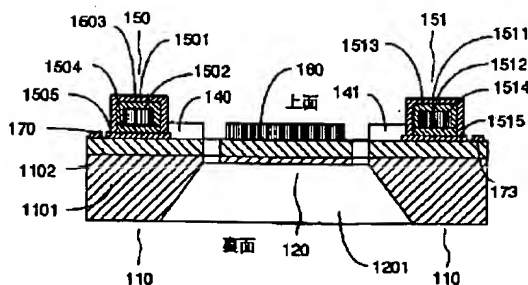
【図13】本発明の第三の実施例の磁気ディスク装置に搭載される位置決め用微動アクチュエータのG断面図。

【図1】



【図3】

図 3



20

【図14】本発明の第三の実施例の磁気ディスク装置のロードアーム先端部の上面図。

【図15】本発明の第四の実施例の磁気ディスク装置に搭載される位置決め用微動アクチュエータの上面図。

【図16】本発明の第五の実施例の磁気ディスク装置に搭載される位置決め用微動アクチュエータの上面図。

【図17】本発明の第六の実施例の磁気ディスク装置に搭載される位置決め用微動アクチュエータの上面図。

【図18】従来の磁気ディスク装置に搭載される位置決め用微動アクチュエータの上面図。

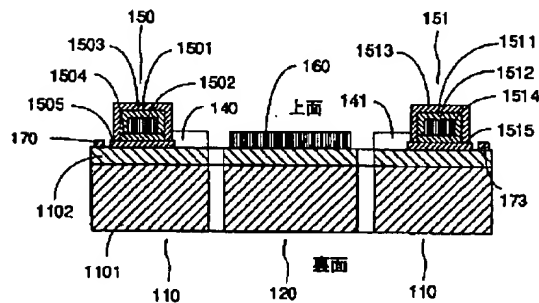
【図19】従来の磁気ディスク装置の断面図。

【符号の説明】

110…固定部材、120…可動部材、130、131、132…弾性ばね、140、141…ヨーク、150、151…コイル、160…軟磁性膜、170、171、172、173…電極。

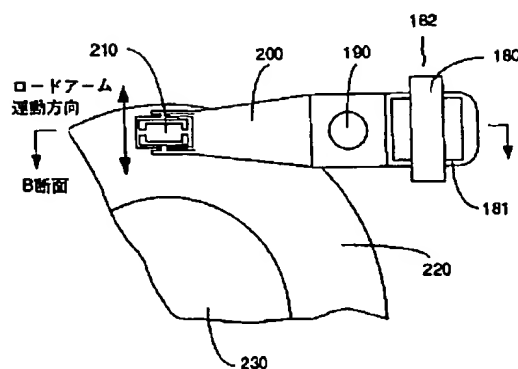
【図2】

図 2



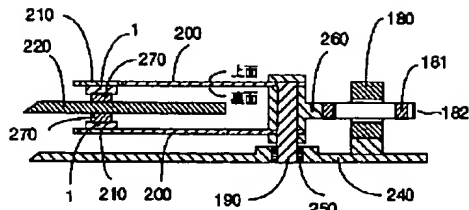
【図4】

図 4



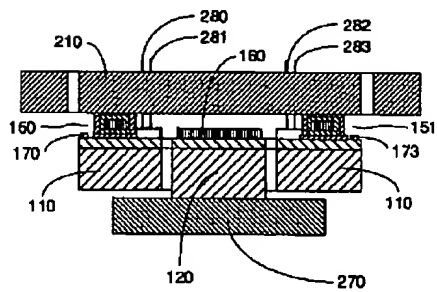
【図5】

図 5



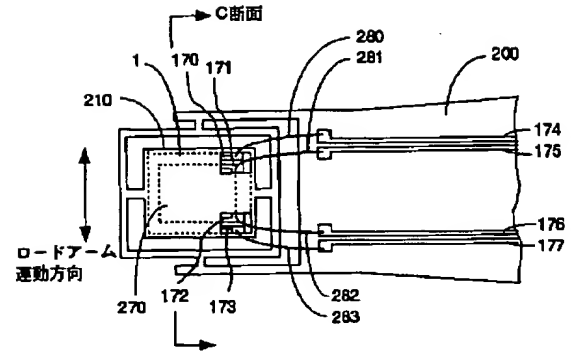
【図7】

図 7



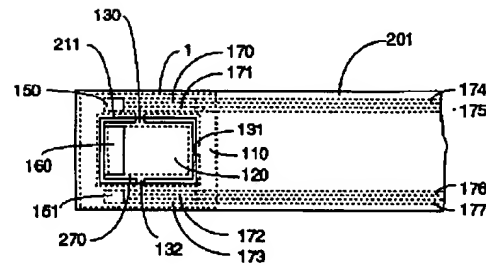
【図6】

図 6



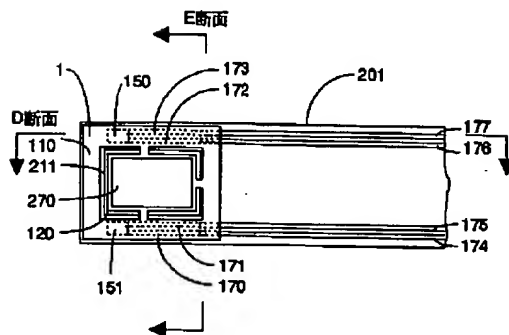
【図8】

図 8



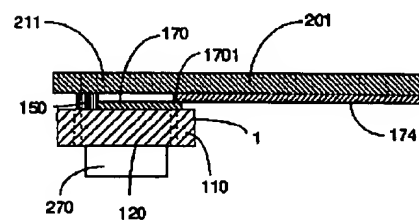
【図9】

図 9



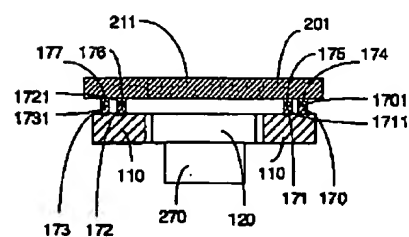
【図10】

図 10



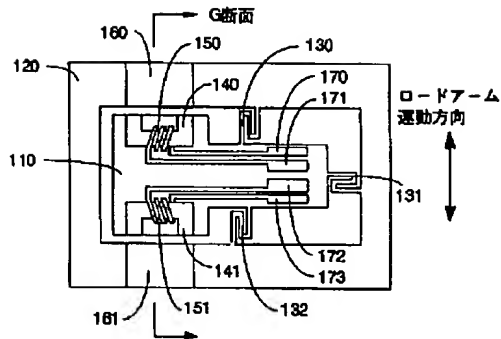
【図11】

図 11



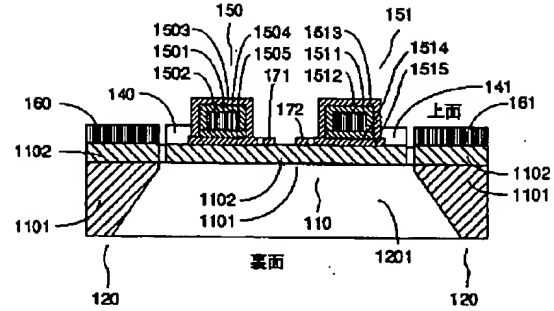
【図12】

図 12



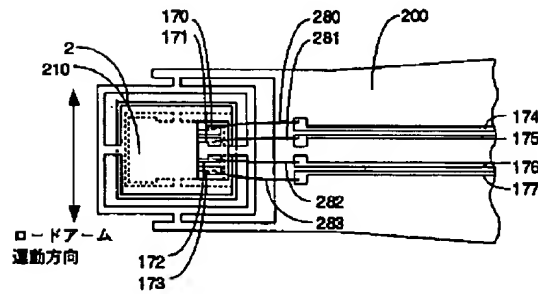
【図13】

図 13



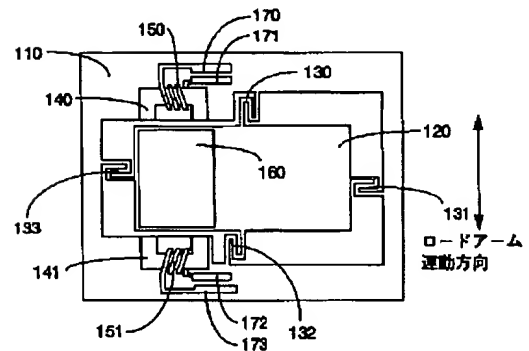
【図14】

図 14



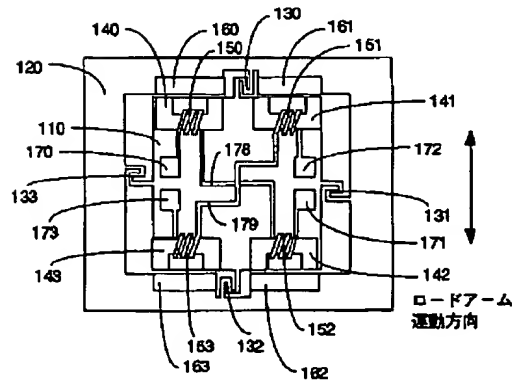
【図15】

図 15



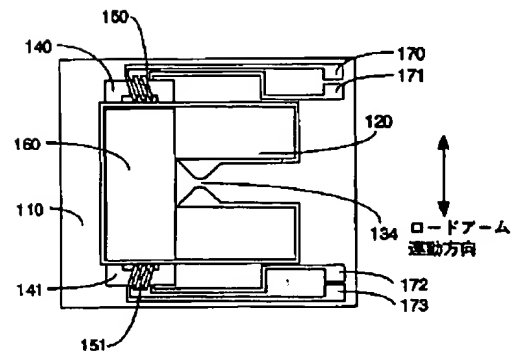
【図16】

図 16

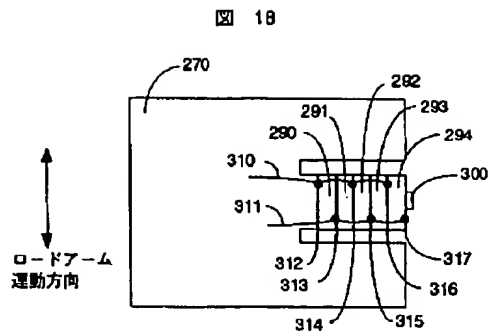


【図17】

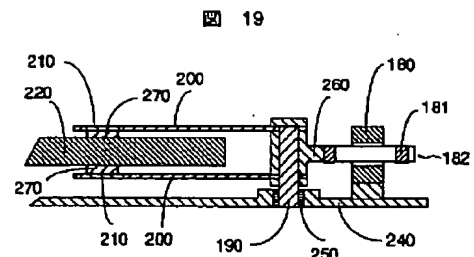
図 17



【図18】



【図19】



フロントページの続き

(72)発明者 吉田 忍
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日
立製作所機械研究所内
(72)発明者 浜口 哲也
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日
立製作所機械研究所内
(72)発明者 遠山 聡一
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日
立製作所機械研究所内

(72)発明者 村西 勝
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日
立製作所機械研究所内
(72)発明者 有坂 寿洋
茨城県土浦市神立町502番地 株式会社日
立製作所機械研究所内
(72)発明者 中村 滋男
神奈川県小田原市国府津2880番地 株式会
社日立製作所ストレージシステム事業部内

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the manufacture approach of rotation disk mold information storage devices including a magnetic disk drive, and an actuator.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally, in rotation disk mold information storage devices including a magnetic disk drive, it has the actuator for positioning informational writing, the heads which perform read-out, and these heads on the rotation disk with which information is memorized, and this disk at the position on a rotation disk.

[0003] The structure in the case of a magnetic disk drive is shown in drawing 19 as an example. the magnetic disk 220 which formed the magnetic film in the front face as a rotation disk -- as a head -- electromagnetism -- it has the voice coil motor 182 which consists of a permanent magnet 180 and a coil 181 considering the magnetic head which consists of a sensing element as (it does not indicate to drawing 19), and an actuator. The magnetic head is attached in the slider 270 which has the function to make the magnetic head float on a magnetic disk, further, it is fixed to the gimbal plate 210 formed in the load arm 200 which has the function which supports a slider, and a slider 270 is supported. It is fixed to the pivot shaft 190, and the load arm 200 is held so that it can rotate to the base plate 240. Between the pivot shaft 190 and the base plate 240, bearing 250 is pinched so that the pivot shaft 190 can rotate easily to the base plate 240. A spacer 260 is fixed so that two or more fixed load arms may not collide with the pivot shaft 190 mutually, and the coil 181 is attached in the place which counters the load arm 200 of a spacer 260 further. If a current is passed in a coil 181, a coil will receive electromagnetic force from the permanent magnet 180 fixed to the base plate 240 so that this coil may be inserted, and will rotate centering on the pivot shaft 190. The load arm 200 also rotates centering on the pivot shaft 190 in rotation of this coil, and actuation which positions the magnetic head attached in the position of a magnetic disk 220 at the slider 270 is performed. Usually, an outer diameter is 3.5. In the magnetic disk drive using the magnetic disk below an inch, the DC power supply not more than electrical-potential-difference 12V are used as a drive power source used for the positioning actuation explained here.

[0004] It is there being a strong demand to a raise in recording density, and one approach for realizing this reducing the locational error of the head for write-in read-out to a rotation disk to such a rotation disk mold information storage device, and attaining highly precise positioning actuation. In the magnetic disk drive stated by drawing 19, although positioning actuation of the magnetic head to a magnetic-disk side is performed by the voice coil motor 182, there is a limitation in improvement in the positioning accuracy in this approach. How to carry the actuator for tuning the location of the magnetic head finely in the location near the magnetic head as one approach for performing highly precise positioning actuation can be considered.

[0005] Drawing 18 shows the structure of the actuator for location fine tuning of the magnetic head indicated by JP,62-250570,A. The cantilever which becomes the slider 270 which has the function to make the magnetic head 300 float from a part of piezo electric crystal 290 and 291,292,293,294 which use the oxide (PZT) of lead, a zirconium, and titanium as a principal component, and by which the laminating was carried out, and slider is formed, and the magnetic head 300 is attached in the point of free one end of this beam. The electrodes 312, 313, and 314,315,316,317 for impressing an electrical potential difference to a piezo electric crystal are formed in the both ends of each piezo electric crystal, an electrode 312,314,316 is connected to an electrode 310 and the electrode 313,315,317 is connected to the electrode 311. By impressing an electrical potential difference to electrodes 310 and 311, each piezo electric crystal

expands and contracts, the cantilever which consists of a part of piezo electric crystal and slider by it bends, and the location of the magnetic head can be moved in the perpendicular direction to a cantilever. That is, this cantilever has the function of an actuator. Although the actuator shown in drawing 18 is for positioning the magnetic head with high precision in the perpendicular direction to the movement direction of a load arm, by changing a part of sense of the piezo electric crystal which constitutes a cantilever, and a slider, it can also make now the relative motion of the magnetic head carry out in the parallel direction to the movement direction of a load arm, and it becomes possible [tuning a location finely to the magnetic head] so that the error of positioning by the voice coil motor may be amended.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Thus, although it is possible to raise the positioning accuracy of the magnetic head by using a piezo electric crystal and the cantilever type actuator constituted from a part of slider, there are three technical problems that it explains below in this actuator.

[0007] It is the technical problem in the first place that driver voltage is high. In order to obtain the variation rate of 1 micrometer in the case of the cantilever type actuator using a piezo electric crystal, the high voltage of 100V is needed from several 10V. However, as already stated, it is an outer diameter 3.5. In the magnetic disk drive using the magnetic disk below an inch, in order to amend the about 1-micrometer locational error produced by the positioning device by the voice coil motor the way things stand since the voice coil motor for positioning is driven using the DC power supply whose maximum electrical potential difference is 12V, the power source for high voltages must be prepared independently. This becomes a big problem to a miniaturization and low-pricing of a magnetic disk drive.

[0008] In case positioning by the load arm is performed to the second, it is the technical problem that the magnetic head vibrates. Since it is the tip of free one end of a cantilever type actuator that the magnetic head is attached, when a load arm moves by the positioning actuation by the voice coil motor with acceleration, the force of the sense parallel to the movement direction of a load arm works at the tip of a cantilever, and the magnetic head vibrates according to the force. Since that vibration is subsided takes time amount, time amount required in order to position the magnetic head with high precision to a position will become long relatively. This becomes a big problem to improvement in the speed of the information drawing speed of a magnetic disk drive, or an information read-out rate.

[0009] Since two or more piezo electric crystals and electrodes must be fixed [third] to a part of several mm slider from die length of 1mm, it is the technical problem that processing is very difficult. On the surface of a slider, since the actuator shown by drawing 18 is not processible, it is necessary to fix it to the part of the shape of a beam which formed first the member which consists of two or more minute piezo electric crystals and electrodes 1mm or less, and formed the member in the slider further at the process of carrying out the laminating of a piezoelectric film or the electrode layer, one by one. Such processing is farther [than the process of carrying out the laminating of the film on the substrate used by a semiconductor device etc.] complicated, and is processing which is not fit for mass production method. This poses a big problem [raising the productive efficiency of an actuator].

[0010] The purpose of this invention has low driver voltage, and it is small and it is in the thing which can realize high recording density cheaply and for which rotation disk mold information storage devices including the magnetic disk drive in which high-speed read-out/writing is possible are offered by there being no vibration of the head accompanying movement of the supporter material which supports the head read-out / for writing, and offering the actuator for high-precision positioning which can be manufactured at the production process of a semiconductor device, and the almost same process, and using the actuator of this invention further.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned purpose, the rotation disk mold information storage device of this invention is equipped with the following means.

[0012] (1) Informational writing, the magnetic head which performs read-out, and the magnetic disk which has the magnetic medium with which information is memorized, The slider which said magnetic head is attached [slider] and makes said magnetic head float on said magnetic disk, In the magnetic disk drive which has the load arm which supports said slider, and the first actuator for moving said load arm to the position on a magnetic disk It has the second actuator to which relative motion of said slider and said slider with which said magnetic head was attached to said load arm between said load arms is carried out. Said second actuator so that said moving-part material can motion relatively to the holddown member which has two or more electromagnets which consist of a coil and York, the moving-part material which has the soft magnetism film, and said holddown member It consists of three elastic springs which

support said moving-part material, and is made for at least one elastic spring to have the property in which the parallel spring constant is larger than a vertical spring constant, to the movement direction of said load arm among said three elastic springs.

[0013] (2) Informational writing, the magnetic head which performs read-out, and the magnetic disk which has the magnetic medium with which information is memorized, The slider which said magnetic head is attached [slider] and makes said magnetic head float on said magnetic disk, In the magnetic disk drive which has the load arm which supports said slider, and the first actuator for moving said load arm to the position on a magnetic disk It has the second actuator to which relative motion of said slider and said slider with which said magnetic head was attached to said load arm between said load arms is carried out. Said second actuator so that said moving-part material can motion relatively to the holddown member which has two or more electromagnets which consist of a coil and York, the moving-part material which has the soft magnetism film, and said holddown member It consists of four pieces or four elastic springs or more which support said moving-part material. The inside of four pieces or said four elastic springs or more, It is made for two or more elastic springs to have the property in which the parallel spring constant is larger than a vertical spring constant, to the movement direction of said load arm.

[0014] (3) Informational writing, the magnetic head which performs read-out, and the magnetic disk which has the magnetic medium with which information is memorized, The slider which said magnetic head is attached [slider] and makes said magnetic head float on said magnetic disk, In the magnetic disk drive which has the load arm which supports said slider, and the first actuator for moving said load arm to the position on a magnetic disk It has the second actuator to which relative motion of said slider and said slider with which said magnetic head was attached to said load arm between said load arms is carried out. It is made for that said moving-part material can motion relatively to the holddown member which has two or more electromagnets which consist of a coil and York, the moving-part material which has the soft magnetism film, and said holddown member to consist as of the one ***** device section which supports said moving-part material as for said second actuator.

[0015] (4) Informational writing, the head which performs read-out, and the rotation disk with which information is memorized, In the rotation disk mold information storage device which has the supporter material which supports said head, and the first actuator for moving said supporter material to the position on a rotation disk It has the second actuator to which relative motion of said head is carried out to said supporter material between said heads and said supporter material, and is made for said second actuator to have the property of a publication in (1), (2), or (3).

[0016] In (5) and (1) to (3), said holddown member which said second actuator has has said two or more coils, and the electrode of this coil is electrically connected with the electrode arranged on said load arm with the detailed wire.

[0017] In (6), (1), (2), or (3), said holddown member which said second actuator has has said two or more coils, and the electrode of this coil is electrically connected with the electrode arranged on said load arm with low melting point metallic compounds.

[0018] In (7), (1), (2), (3), or (4), said holddown member which said second actuator has, said moving-part material, said elastic spring, and said ***** device section are made to use the compound of silicon, silicon oxide, stainless steel, nickel, and iron and nickel, and the ingredient of either of copper as a principal component.

[0019] The process in which the manufacture approach of said second actuator forms the silicon oxide film on the surface of silicon in (8), (1), (2), (3), or (4), The process which forms the electrode layer which consists of copper or aluminum, and the process which forms the insulator layer which consists of polyimide, a photoresist, a metallic oxide, or metal nitriding ****, It is made to consist of a process which forms the soft magnetism film which consists of a compound of iron or iron, and nickel, and a process which processes silicon and silicon oxide by etching.

[0020] The process into which the manufacture approach of said second actuator grows up the compound of copper, nickel, stainless steel or iron, and nickel with plating in (9), (1), (2), (3), or (4), It is made to consist of the process which forms the insulator layer which consists of polyimide, a photoresist, a metallic oxide, or metal nitriding ****, a process which forms the electrode layer which consists of copper or aluminum, and a process which forms the soft magnetism film which consists of a compound of iron or iron, and nickel.

[0021] In (10), (1), (2), (3), or (4) the manufacture approach of said second actuator The process which processes the foil which consists of a compound of copper, nickel, stainless steel or iron, and nickel with etching or a press, It is made to consist of the process which forms the insulator layer which consists of polyimide, a photoresist, a metallic oxide, or metal nitriding ****, a process which forms the electrode layer which consists of copper or aluminum, and a process which forms the soft magnetism film which consists of a compound of iron or iron, and nickel.

[0022]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the example of this invention is explained using a drawing.

[0023] Drawing 1 is the plan showing the structure of the jogging actuator for high precision positioning of the magnetic head carried in the magnetic disk drive which is the first example of this invention. This actuator consists of three elastic springs 130,131,132 which support moving-part material so that a holddown member 110, the moving-part material 120, and the moving-part material 120 can motion relatively to a holddown member 110. This jogging actuator fixes and uses for a load arm, the elastic spring shown by 130 and 132 among the three above-mentioned elastic springs has the structure where of the spring constant of an parallel direction is larger than the spring constant of a perpendicular direction, to the movement direction of a load arm so that it may explain later, and the elastic spring conversely shown by 131 has the structure where of the spring constant of a perpendicular direction is smaller, from the spring constant of an parallel direction. All of a holddown member, moving-part material, and three elastic springs are formed by processing the silicon which has silicon oxide on a top face using an etching technique. The approach of processing silicon oxide by the dry etching method from the top face in which silicon oxide is formed first, using as a mask the silicon oxide which it left on the substrate next, and processing silicon by the dry etching method is used for the approach of etching. In order to shorten floor to floor time, finally silicon may be processed by wet etching from the rear face of a silicon substrate. The detail of processing is explained in detail later using drawing 2 and drawing 3. The coil 150,151 of the structure which carried out the laminating of York 140,141 and copper which consist of an alloy of iron and nickel, and the polyimide, and the drawer electrode 170,171,172,173 which consists of copper are formed in the top face of a holddown member 110. Although York and a drawer electrode are formed on the holddown member using plating, they may not necessarily be plating and may be formed with a spatter or a vacuum deposition method. The soft magnetism film 160 which consists of an alloy of iron and nickel is formed in the top face of the moving-part material 120. Although this soft magnetism film is also formed on moving-part material using plating, you may not necessarily be plating and may form with a spatter or a vacuum deposition method.

[0024] Next, the principle of operation of this actuator is explained. For example, if it energizes among the electrodes 170 and 171 on a holddown member 110, a current will flow in a coil 150 and magnetic flux will occur in York 140. the electromagnetism which turned [film / 160 / on the moving-part material 120 / soft magnetism] to York 140 by this magnetic flux -- a suction force works and moving-part material moves to the direction in which York 140 of a holddown member is formed slightly with this attraction. On the contrary, if it energizes among electrodes 172 and 173, a current will flow in a coil 151 and magnetic flux will occur in York 141. the electromagnetism which turned [film / 160 / soft magnetism] to York 141 by this magnetic flux -- a suction force works and moving-part material moves to the direction in which York 141 of a holddown member is formed slightly with this attraction. Since the movement magnitude to the holddown member of the moving-part material at this time is an amount mostly decided by the number of turns of a coil, the current value energized in a coil, and the spring constant of three elastic springs which support moving-part material, it becomes possible only for a predetermined distance to move moving-part material of it to a holddown member by making into a predetermined value the current value energized in a coil.

[0025] Drawing 2 is the sectional view showing A cross section of the jogging actuator for high precision positioning of the magnetic head shown by drawing 1. The holddown member 110 which constitutes this actuator, the moving-part material 120, and the elastic spring 130,131,132 are formed in the top face from the silicon substrate 1101 which has silicon oxide 1102, as already stated.

[0026] The formation approach of this actuator is explained using drawing 2. Although it is about the processing approach of the holddown member which constitutes this actuator first, moving-part material, and an elastic spring, how dry etching removes the silicon oxide of between a holddown member and moving-part material or the garbage of an elastic spring from a top face, the silicon oxide which the degree was left behind is used as a mask, and dry etching removes the silicon of between a holddown member and moving-part material or the garbage of an elastic spring from a top face is used. By this approach, the space between the holddown member 110 shown in drawing 2 and the moving-part material 120 is formed, and moving-part material is separated from a holddown member, or it becomes possible to form the complicated configuration of the elastic spring which connects a holddown member and moving-part material. Moreover, since the dry etching of silicon requires long duration, the approach of wet etching removing the perimeter of moving-part material for the dry etching of a silicon substrate from the rear face of a silicon substrate at once a stop and after that in the middle of a silicon substrate, and separating moving-part material from a holddown member is sufficient as it. In this case, the cross section of this actuator came to be shown in drawing 3. The etching slot 1201 is

the part which removed silicon by wet etching. Although wet etching is unsuitable for fine processing as compared with dry etching, since the etch rate is quick, it is advantageous to processing of such a part as which precision is not required.

[0027] Components, such as a coil and an electrode, are formed after processing termination of a silicon substrate, next in the top face of silicon oxide. First, although it is about the formation approach of the coil 150 formed on a holddown member 110, this is formed by carrying out the laminating of the second layer coil electrode 1503 which consists of the core 1502 which consists of the first pass coil electrode 1505 which consists of copper plating film, a first pass interlayer insulation film 1504 which consists of polyimide, and plating film of the alloy of iron and nickel, the second layer interlayer insulation film 1501 which consists of polyimide, and copper plating film one by one on silicon oxide 1102. It connected so that a first pass electrode and the second layer electrode might enclose two interlayer insulation films, and the function of a coil is achieved. A coil 151 is also formed by completely carrying out the laminating of the first pass coil electrode 1515, the first pass interlayer insulation film 1514, a core 1512, the second layer interlayer insulation film 1511, and the second layer coil electrode 1513 one by one similarly on the silicon oxide 1102 which is a holddown member. Next, although it is about the formation approach of an electrode 170,171,172,173, these electrodes are formed on the silicon oxide which is a holddown member using the copper plating film like formation and coincidence of a first pass coil electrode. Next, although it is York 140,141, these are formed on the silicon oxide which is a holddown member using the plating film which becomes coincidence from the alloy of iron and nickel, when forming the core of a coil. Finally, although it is the soft magnetism film 160 formed on the moving-part material 120, this is formed like York described previously on the silicon oxide which is moving-part material using the plating film which becomes coincidence from the alloy of iron and nickel, when forming the core of a coil. In addition, in this jogging actuator, although an electrode, a core, York, and the soft magnetism film are altogether formed using plating, these may be formed using a spatter or a vacuum deposition method, as stated previously. Moreover, although polyimide is used for the interlayer insulation film used for a coil here and this is formed by the spin coat method, inorganic silicon oxide film, an inorganic silicon nitride film, etc. which were formed with the photoresist which is generally used, and which carried out the spin coat, the spatter, or the vacuum deposition method may be used. Moreover, although a coil, an electrode, and the soft magnetism film are formed in this example after forming a holddown member, moving-part material, and an elastic spring, a coil, an electrode, and the soft magnetism film may be formed first, and a holddown member, moving-part material, and an elastic spring may be formed afterwards.

[0028] The plan showing the whole magnetic disk drive whose drawing 4 is the first example of this invention, and drawing 5 are B sectional views of the whole magnetic disk drive shown by drawing 4. The fundamental structure of the magnetic disk drive of this example the magnetic disk 220 with which the information which was the same as that of the conventional magnetic disk drive shown by drawing 26, and formed the magnetic film in the front face is memorized, and the electromagnetism which performs informational read-out and informational writing -- the magnetic head (it does not indicate to drawing 4 and drawing 5) which consists of a sensing element -- It consists of voice coil motors 182 for positioning the load arm 200 and load arm which support the slider 270 (it does not indicate to drawing 4) for making the attached magnetic head float on a magnetic disk, and a slider to the position on a magnetic disk. A magnetic disk 220 rotates with a spindle motor 230, and it is fixed to the pivot shaft 190, and the load arm 200 is held so that it can rotate to the base plate 240. Between the pivot shaft 190 and the base plate 240, the bearing 250 is pinched so that a pivot shaft can rotate easily to a base plate. It becomes the permanent magnet 180 and pair which a spacer 260 is fixed so that two or more fixed load arms may not collide with the pivot shaft 190 mutually, a coil 181 is fixed further here, and are being fixed on the base plate 240, and the voice coil motor 182 is constituted. Although the structure so far is the same as the conventional magnetic disk drive, in this example, the jogging actuator 1 shown by drawing 1 is put between the gimbal plates 210 formed in the load arm 200 to which the slider 270 with which the magnetic head is attached, and the slider were being fixed conventionally.

[0029] Drawing 6 is the plan which expanded gimbal Itabe of the load arm 200 of the magnetic disk drive of this example. The top face of the holddown member of the jogging actuator 1 shown by drawing 1 is fixed to the rear face of the gimbal plate 210 exactly formed at the tip of the load arm 200. At this time, as for the elastic spring indicated to be the elastic spring shown by 130 among three elastic springs which support the moving-part material of the jogging actuator 1 by 132, the direction of a parallel spring constant becomes higher than a vertical spring constant to the movement direction of a load arm, and the elastic spring shown by 131 fixes so that the direction of a parallel spring constant may become lower than a vertical spring constant to the movement direction of a load arm. A slider 270 is

fixed to the rear face of the moving-part material of the jogging actuator 1. The electrode 170,171,172,173 currently formed in the top face of the holddown member of the jogging actuator 1 is connected with the electrode 174,175,176,177 currently formed on the load arm 200 with the detailed wire 280,281,282,283, respectively. The copper film which formed the insulator layer which consists of polyimide on the stainless load arm, and was formed with plating on it is used for the electrode 174,175,176,177 on a load arm, and, finally it is connected to the power source in a magnetic disk drive. The wire which connects the electrode on an actuator and the electrode on a load arm consists of gold or aluminum, and is stretched using commercial wirebonding equipment.

[0030] Drawing 7 is C sectional view of the load arm point of the magnetic disk drive of this example. The jogging actuator shown here is the thing of a type which was explained by drawing 2 and which separated a holddown member 110 and the moving-part material 120 by dry etching. The top face of the holddown member 110 of a jogging actuator is being fixed to the rear face of the gimbal plate 210 through the coils 150 and 151 formed in the top face of a holddown member. On the other hand, the slider 270 is being fixed to the rear face of the moving-part material 120 of a jogging actuator. Also when the direction of the coils 150 and 151 on the holddown member of a jogging actuator fixes a holddown member to a gimbal plate since height is higher than the soft magnetism film 160 on moving-part material as shown in this drawing, moving-part material contacts a gimbal plate and movement of moving-part material is not checked. Moreover, when a slider is fixed to the rear face of moving-part material, by using suitable adhesives, a slider will separate from the rear face of a holddown member by the thickness of an adhesives layer, a slider contacts a holddown member, and movement of a slider is not checked. Therefore, it becomes possible by passing a current in coils 150 and 151 to move the slider with which the magnetic head is attached smoothly to a load arm.

[0031] Next, actuation of positioning in the magnetic disk drive which is this example is explained using drawing 1, drawing 4, and drawing 6. The magnetic head fixed to the slider 270 is positioned with a voice coil motor 182 by the position on a magnetic disk, floating a magnetic-disk 220 top with a slider. However, there is a limitation in the positioning accuracy by the voice coil motor, and an error is between a target location and an actual location. This error amount is detected, movement magnitude required for amendment is calculated, and the current corresponding to that amount of amendments is energized in the coils 150 or 151 on the jogging actuator 1. Since the jogging actuator 1 is being fixed between the gimbal plate 210 and the slider 270, the holddown member 110 of a jogging actuator is fixed to a gimbal plate and the moving-part material 120 is being fixed to the slider, According to the current passed in the coil, only a predetermined distance motions relatively to a holddown member, moving-part material moves to a load arm so that the magnetic head attached in the slider may amend the locational error by the voice coil motor in connection with it, and it is positioned in a target location.

[0032] As drawing 6 explained, the elastic spring indicated to be the elastic spring shown by 130 among three elastic springs which support moving-part material by 132 has the structure where of the parallel spring constant is higher than a vertical spring constant, to the movement direction of a load arm, and, on the other hand, the elastic spring shown by 131 has the structure where of the parallel spring constant is lower than a vertical spring constant, to the movement direction of a load arm. For this reason, even when the force is applied to the jogging actuator with which the load arm exercised with acceleration and was fixed at the tip of a load arm by positioning actuation, since the moving-part material 120 is supported in the parallel direction to the movement direction of a load arm with the elastic springs 130 and 132 which are two with a large spring constant, it hardly vibrates.

[0033] In addition, since the elastic spring 131 has the structure where a parallel spring constant is low and where a vertical spring constant is high, to the movement direction of a load arm, when the moving-part material 120 passes a current in coils 150 and 151, it will carry out movement near rotation to a holddown member 110.

[0034] moreover, electromagnetism -- a suction force can use the power source which will come out enough if there are about [5V] DC power supply, and is carried in the magnetic disk drive as it is, in order to amend the about 1-micrometer locational error produced by the positioning device by the voice coil motor since big attraction can be generated also on a low electrical potential difference

[0035] Since the magnetic disk drive of this example has the jogging actuator which can process it on a substrate like (1) semiconductor device at the process which carries out the laminating of the film, does not vibrate at the time of movement of (2) load arm, either, and can be drive by the low battery which is about (3)5V between the load arm and the slider, it can improve positioning accuracy easily and can realize high recording-density-ization, so that clearly from having state above.

[0036] Although two of three elastic springs which constitute a jogging actuator have composition with the larger

spring constant of an parallel direction to the movement direction of a load arm in this example, even when only one has such a property, it is possible to acquire the same effectiveness.

[0037] Drawing 8 is the plan which expanded gimbal Itabe of the load arm 201 of the magnetic disk drive which is the second example of this invention. In this example, the electrode 174,175,176,177 is formed in the rear face of a load arm, and it connects with the electrode 170,171,172,173 on the holddown member of a jogging actuator with the solder which is a low melting point metal, respectively. The jogging actuator used is completely the same as what was stated in the first example of this invention, it consists of a holddown member 110, moving-part material 120, and three elastic springs 130,131,132, the electrode 170,171,172,173 for energizing in a coil 150,151 and a coil is formed in the top face of a holddown member, and the magnetic film 160 is formed in the top face of moving-part material. The configuration as a magnetic disk drive is the same as that of the first example, it is fixed to the rear face of the gimbal plate 211 which has the top face of a holddown member 110 in the edge of a load arm, and the slider 270 is being fixed to the rear face of the moving-part material 120.

[0038] Drawing 9 is the rear-face Fig. which expanded the gimbal part of the load arm 201 of the magnetic disk drive which is this example. In this example, the load arm 201 is formed with polyimide and the electrode on the rear face of a load arm uses the copper film formed with plating.

[0039] Drawing 10 and drawing 11 are sectional views which express D cross section and E cross section of a load arm point of the magnetic disk drive which is this example explained by drawing 9, respectively. As drawing 10 showed, the electrode 174 in the rear face of the load arm 201 and the electrode 170 on the holddown member 110 of the jogging actuator 1 are electrically connected with solder 1701. As drawing 11 showed, similarly, an electrode 175 and an electrode 171 are solder 1711, other electrodes of an electrode 176 and an electrode 172 are solder 1721, and an electrode 177 and an electrode 173 are electrically connected with solder 1731, respectively.

[0040] Since the magnetic disk drive stated by this example has the completely same effectiveness as the first example and does not need the electrode connection process of wirebonding further, it can realize a magnetic disk drive with high recording density simply beyond the first example. In addition, in this example, although the electrode on the rear face of a load arm and the electrode on a jogging actuator are connected with solder, this does not need to be solder, may use other low melting point metallic compounds, and can acquire the same effectiveness also by the approach of sandwiching an anisotropy electric conduction sheet, or the approach of carrying out a pressure welding mechanically.

[0041] Drawing 12 is the plan showing the structure of the jogging actuator for high precision positioning of the magnetic head carried in the magnetic disk drive which is the third example of this invention. Like the jogging actuator used in the first example shown by drawing 1, it consists of three elastic springs 130,131,132 which support moving-part material so that a holddown member 110, the moving-part material 120, and the moving-part material 120 can motion relatively to a holddown member 110, and it is fixed at the tip of a load arm, and this jogging actuator is also used. The elastic spring shown by 130 and 132 among three elastic springs has the structure where the spring constant of an parallel direction is larger than the spring constant of a perpendicular direction, to the movement direction of a load arm, and the elastic spring conversely shown by 131 has the structure where the spring constant of a perpendicular direction is smaller from the spring constant of an parallel direction. All of a holddown member, moving-part material, and three elastic springs are the same as the jogging actuator in which it was formed in by processing the silicon which has silicon oxide on a top face using an etching technique, and the approach of etching was also shown by drawing 1. The coil 150,151 of the structure which carried out the laminating of York 140,141 and copper which consist of an alloy of iron and nickel, and the polyimide, and the drawer electrode 170,171,172,173 which consists of copper are formed in the top face of a holddown member 110. Although York and a drawer electrode are formed on the holddown member using plating, they may not necessarily be plating and may be formed with a spatter or a vacuum deposition method. The soft magnetism film 160 and 161 which consists of an alloy of iron and nickel is formed in the top face of the moving-part material 120. Although this soft magnetism film is also formed on moving-part material using plating, you may not necessarily be plating and may form with a spatter or a vacuum deposition method.

[0042] The difference in the jogging actuator shown by the jogging actuator used by this example and drawing 1 is a difference in arrangement of a holddown member 110 and the moving-part material 120. That is, in the jogging actuator shown by drawing 1, it is arranged outside so that a holddown member may enclose moving-part material, but in this example, it is arranged outside so that moving-part material may enclose a holddown member. Therefore, if the soft magnetism film 160 on moving-part material can draw near to York 140, and it will energize in a coil 151, if it energizes in a coil 150 and magnetic flux occurs in York 140, and magnetic flux occurs in York 141, the soft

magnetism film 161 on moving-part material can draw near to York 141. Thus, moving-part material can be moved to a holddown member.

[0043] Drawing 13 is a sectional view showing G cross section of the jogging actuator used by this example. All the methods of forming a holddown member, moving-part material, the method of processing an elastic spring and the soft magnetism film, an electrode, and a coil are the same as the jogging actuator used in the first example shown by drawing 1. In addition, the jogging actuator used by this example has separated a holddown member and moving-part material by the same approach as the actuator shown by drawing 3, and has removed the silicon of the rear face of a holddown member greatly by wet etching.

[0044] Drawing 14 is the plan which expanded gimbal Itabe of the load arm 200 of the magnetic disk drive of this example. The top face of the holddown member of the jogging actuator 2 shown by drawing 12 is fixed to the rear face of the gimbal plate 210 exactly formed at the tip of the load arm 200. At this time, as for the elastic spring indicated to be the elastic spring shown by 130 among three elastic springs which support the moving-part material of the jogging actuator 2 by 132, the direction of a parallel spring constant becomes higher than a vertical spring constant to the movement direction of a load arm, and the elastic spring shown by 131 fixes so that the direction of a parallel spring constant may become lower than a vertical spring constant to the movement direction of a load arm. A slider 270 is fixed to the rear face of the moving-part material of the jogging actuator 2. The electrode 170,171,172,173 currently formed in the top face of the holddown member of the jogging actuator 2 is connected with the electrodes 174,175 and 176,177 currently formed on the load arm 200 with the detailed wire 280,281,282,283, respectively. The copper film which formed the insulator layer which consists of polyimide on the stainless load arm, and was formed with plating on it is used for the electrode 174,175,176,177 on a load arm, and, finally it is connected to the power source in a magnetic disk drive. The wire which connects the electrode on an actuator and the electrode on a load arm consists of gold or aluminum, and is stretched using commercial wirebonding equipment.

[0045] Drawing 15 is the plan showing the structure of the jogging actuator for high precision positioning of the magnetic head carried in the magnetic disk drive which is the fourth example of this invention. It consists of four elastic springs 130,131,132,133 which support moving-part material so that a holddown member 110, the moving-part material 120, and the moving-part material 120 can motion relatively to a holddown member 110, and it is fixed at the tip of a load arm like other jogging actuators described so far, and this jogging actuator is used. The elastic spring shown by 130 and 132 among four elastic springs has the structure where the spring constant of an parallel direction is larger than the spring constant of a perpendicular direction, to the movement direction of a load arm, and the elastic spring conversely shown by 131 and 133 has the structure where the spring constant of a perpendicular direction is smaller from the spring constant of an parallel direction. All of a holddown member, moving-part material, and four elastic springs are formed by processing the silicon which has silicon oxide on a top face using an etching technique, and the approach of etching is the same as the jogging actuator shown by drawing 1. The coil 150,151 of the structure which carried out the laminating of York 140,141 and copper which consist of an alloy of iron and nickel, and the polyimide, and the drawer electrode 170,171,172,173 which consists of copper are formed in the top face of a holddown member 110. Although York and a drawer electrode are formed on the holddown member using plating, they may not necessarily be plating and may be formed with a spatter or a vacuum deposition method. The soft magnetism film 160 which consists of an alloy of iron and nickel is formed in the top face of the moving-part material 120. Although this soft magnetism film is also formed on moving-part material using plating, you may not necessarily be plating and may form with a spatter or a vacuum deposition method.

[0046] With the magnetic disk drive of this example as well as the first example, it is fixed to the rear face of the gimbal plate with which the top face of the holddown member of the jogging actuator shown by drawing 15 was formed at the tip of a load arm, and the slider which attached the magnetic head in the rear face of moving-part material is fixed. If it energizes in a coil 150 through electrodes 170 and 171, magnetic flux will occur in York 140, the soft magnetism film 160 can draw near to the direction in York 140, and, as a result, moving-part material will carry out relative motion clockwise to a holddown member. The reason moving-part material carries out movement near rotation has the anisotropy of a spring constant, as the elastic spring supporting moving-part material already stated, and it is because it is hard in the direction which carries out translational motion of the moving-part material and soft in the direction which makes moving-part material rotate. On the contrary, if it energizes in a coil 151 through electrodes 172 and 173, magnetic flux will occur in York 141, the soft magnetism film 160 can draw near to the direction in York 141, and, as a result, moving-part material will carry out relative motion counterclockwise to a holddown member. It

becomes possible to move the magnetic head to a load arm by this actuation, so that the locational error of a load arm may be amended.

[0047] It has the same effectiveness as the magnetic disk of the first example, and since the elastic spring supporting moving-part material has become four further, the magnetic disk drive of this example also becomes possible [suppressing an unnecessary vibration of a perpendicular direction more to the migration side of moving-part material].

[0048] Drawing 16 is the plan showing the structure of the jogging actuator for high precision positioning of the magnetic head carried in the magnetic disk drive which is the fifth example of this invention. It consists of four elastic springs 130,131,132,133 which support moving-part material so that a holddown member 110, the moving-part material 120, and the moving-part material 120 can motion relatively to a holddown member 110, and it is similarly fixed at the tip of a load arm, and this jogging actuator is used. The elastic spring shown by 130 and 132 among four elastic springs has the structure where the spring constant of an parallel direction is larger than the spring constant of a perpendicular direction, to the movement direction of a load arm, and the elastic spring conversely shown by 131 and 133 has the structure where the spring constant of a perpendicular direction is smaller from the spring constant of an parallel direction. The formation approach of a holddown member, moving-part material, and four elastic springs is the same as that of the jogging actuator of drawing 15 . The coil 150,151,152,153 of the structure which carried out the laminating of York 140,141,142,143 and copper which consist of an alloy of iron and nickel, and the polyimide, and the drawer electrode 170,171,172,173 which consists of copper are formed in the top face of a holddown member 110. The electrode of coils 150 and 152 is an electrode 178, and coils 151 and 153 are connected with the electrode 179, respectively. Although York and a drawer electrode are formed on the holddown member using plating, they may not necessarily be plating and may be formed with a spatter or a vacuum deposition method. The soft magnetism film 160,161,162,163 which consists of an alloy of iron and nickel is formed in the top face of the moving-part material 120. Although this soft magnetism film is also formed on moving-part material using plating, you may not necessarily be plating and may form with a spatter or a vacuum deposition method.

[0049] It is fixed to the rear face of a gimbal plate at which the top face of the holddown member of the jogging actuator shown by drawing 16 was formed at the tip of a load arm also with the magnetic disk drive of this example, and the slider which attached the magnetic head in the rear face of moving-part material is fixed. If it energizes in coils 150 and 152 through electrodes 170 and 171, magnetic flux will occur in York 140 and 142, the soft magnetism film 160 and 162 can draw near to the direction in York 140 and 142, respectively, and, as a result, moving-part material will carry out relative motion clockwise to a holddown member. On the contrary, if it energizes in coils 151 and 153 through electrodes 172 and 173, magnetic flux will occur in York 141 and 143, the soft magnetism film 161 and 163 can draw near to the direction in York 141 and 143, and, as a result, moving-part material will carry out relative motion counterclockwise to a holddown member. It becomes possible to move the magnetic head to a load arm by this actuation, so that the locational error of a load arm may be amended.

[0050] It has the same effectiveness as the magnetic disk of the first example, and further, since the elastic spring supporting moving-part material has become four, the magnetic disk drive of this example as well as the case of the sixth example becomes possible [suppressing an unnecessary vibration of a perpendicular direction more to the migration side of moving-part material].

[0051] Drawing 17 is the plan showing the structure of the jogging actuator for high precision positioning of the magnetic head carried in the magnetic disk drive which is the sixth example of this invention. It consists of the ***** device sections 134 which support moving-part material so that a holddown member 110, the moving-part material 120, and the moving-part material 120 can motion relatively to a holddown member 110, and it is similarly fixed at the tip of a load arm, and this jogging actuator is used. The formation approach of a holddown member, moving-part material, and the ***** device section is the same as that of the jogging actuator of drawing 15 . The coil 150,151 of the structure which carried out the laminating of York 140,141 and copper which consist of an alloy of iron and nickel, and the polyimide, and the drawer electrode 170,171,172,173 which consists of copper are formed in the top face of a holddown member 110. The method of forming York, a coil, and a drawer electrode is the same as the approach explained in other examples. The soft magnetism film 160 which consists of an alloy of iron and nickel is formed in the top face of the moving-part material 120. It is the same as the approach which also explained the method of forming this soft magnetism film in other examples.

[0052] It is fixed to the rear face of a gimbal plate at which the top face of the holddown member of the jogging

actuator shown by drawing 17 was formed at the tip of a load arm also with the magnetic disk drive of this example, and the slider which attached the magnetic head in the rear face of moving-part material is fixed. If it energizes in a coil 150 through electrodes 170 and 171, magnetic flux will occur in York 140, the soft magnetism film 160 can draw near to the direction in York 140, and, as a result, moving-part material will carry out relative motion clockwise to a holddown member. On the contrary, if it energizes in a coil 151 through electrodes 172 and 173, magnetic flux will occur in York 141, the soft magnetism film 160 can draw near to the direction in York 141, and, as a result, moving-part material will carry out relative motion counterclockwise to a holddown member. It becomes possible to move the magnetic head to a load arm by this actuation, so that the locational error of a load arm may be amended.

[0053] In the magnetic disk drive of this example, not an elastic spring but the ***** device section is used as an approach supporting the moving-part material of a jogging actuator. Since the ***** device section can suppress more effectively vibration of moving-part material more nearly parallel to the movement direction of a load arm than an elastic spring, the magnetic disk drive of this example can realize more effectively effectiveness which oppresses vibration of the moving-part material accompanying movement of the load arm which the magnetic disk of the first example has. Of course, it can create according to other effectiveness which the first example has, i.e., the same approach as a semiconductor device, and the effectiveness that a jogging actuator can be driven by the low battery is saved as it is.

[0054] In addition, although all the jogging actuators explained here form an electrode, a coil, and the soft-magnetism film on the member which consists of silicon and silicon oxide and are made, what processed the foil which may use as a member the compound of the copper, the nickel, stainless steel or nickel formed by plating, and iron, and consists of a compound of copper, nickel, stainless steel or nickel, and iron with etching or a press may be used.

[0055]

[Effect of the Invention] according to this invention -- 3.5 It can drive with a power source with the low electrical potential difference usually carried in the magnetic disk drive using the magnetic disk of an inch, there is no vibration at the time of movement of the supporter material which supports a head, the jogging actuator for positioning of a rotation disk mold information storage device which can be formed by the same manufacture approach as a semiconductor device can be offered, and by it, the recording density of a rotation disk mold information storage device can be boiled markedly, and can make high.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] Informational writing, the magnetic head which performs read-out, and the magnetic disk which has the magnetic medium with which said information is memorized, The slider which said magnetic head is attached [slider] and makes said magnetic head float on said magnetic disk, In the magnetic disk drive which has the load arm which supports said slider, and the first actuator for moving said load arm to the position on said magnetic disk It has the second actuator to which relative motion of said slider and said slider with which said magnetic head was attached to said load arm between said load arms is carried out. Said second actuator so that said moving-part material can motion relatively to the holddown member which has two or more electromagnets which consist of a coil and York, the moving-part material which has the soft magnetism film, and said holddown member The magnetic disk drive which consists of three elastic springs which support said moving-part material, and is characterized by at least one elastic spring having the property in which the parallel spring constant is larger than a vertical spring constant to the movement direction of said load arm among said three elastic springs.

[Claim 2] Informational writing, the magnetic head which performs read-out, and the magnetic disk which has the magnetic medium with which said information is memorized, The slider which said magnetic head is attached [slider] and makes said magnetic head float on said magnetic disk, In the magnetic disk drive which has the load arm which supports said slider, and the first actuator for moving said load arm to the position on said magnetic disk It has the second actuator to which relative motion of said slider and said slider with which said magnetic head was attached to said load arm between said load arms is carried out. Said second actuator so that said moving-part material can motion relatively to the holddown member which has two or more electromagnets which consist of a coil and York, the moving-part material which has the soft magnetism film, and said holddown member The magnetic disk drive which consists of four or more elastic springs which support said moving-part material, and is characterized by two or more elastic springs having the property in which the parallel spring constant is larger than a vertical spring constant to the movement direction of said load arm among said four or more elastic springs.

[Claim 3] Informational writing, the magnetic head which performs read-out, and the magnetic disk which has the magnetic medium with which said information is memorized, The slider which said magnetic head is attached [slider] and makes said magnetic head float on said magnetic disk, In the magnetic disk drive which has the load arm which supports said slider, and the first actuator for moving said load arm to the position on said magnetic disk It has the second actuator to which relative motion of said slider and said slider with which said magnetic head was attached to said load arm between said load arms is carried out. Said second actuator so that said moving-part material can motion relatively to the holddown member which has two or more electromagnets which consist of a coil and York, the moving-part material which has the soft magnetism film, and said holddown member The magnetic disk drive characterized by consisting of the one ***** device section which supports said moving-part material.

[Claim 4] Informational writing, the head which performs read-out, and the rotation disk with which said information is memorized, In the rotation disk mold information storage device which has the supporter material which supports said head, and the first actuator for moving said supporter material to the position on said rotation disk It is the rotation disk mold information storage device with which it has the second actuator to which relative motion of said head is carried out to said supporter material between said heads and said supporter material, and said second actuator has a property according to claim 1, 2, or 3.

[Claim 5] The magnetic disk drive by which said holddown member which said second actuator has has said two or

more coils in claims 1, 2, or 3, and the electrode of said coil is electrically connected with the electrode arranged on said load arm with the detailed wire.

[Claim 6] The magnetic disk drive by which said holddown member which said second actuator has has said two or more coils in claims 1, 2, or 3, and the electrode of this coil is electrically connected with the electrode arranged on said load arm with low melting point metallic compounds.

[Claim 7] The actuator with which said holddown member which said second actuator has, said moving-part material, said elastic spring, and said ***** device section use the compound of silicon, silicon oxide, stainless steel, nickel, and iron and nickel, and the ingredient of either of copper as a principal component in claims 1, 2, 3, or 4.

[Claim 8] The manufacture approach of the actuator which consists of the process in which the manufacture approach of said second actuator forms the silicon oxide film on the surface of silicon in claims 1, 2, 3, or 4, the process which form the electrode layer which it becomes from copper or aluminum, the process which form the insulator layer which consists of polyimide, a photoresist, a metallic oxide, or metal nitriding ****, a process which form the soft-magnetism film with which it consists of a compound of iron or iron, and nickel and a process which process silicon and silicon oxide by etching.

[Claim 9] The manufacture approach of an actuator that the manufacture approach of said second actuator consists of copper, nickel, stainless steel or iron, the process into which the compound of nickel is grown up with plating, the process which forms the insulator layer which it becomes from polyimide, a photoresist, a metallic oxide, or metal nitriding ****, a process which forms the electrode layer which consists of copper or aluminum, and a process which form the soft-magnetism film which consists of a compound of iron or iron, and nickel in claims 1, 2, 3, or 4

[Claim 10] The manufacture approach of the actuator which consists of the process which processes the foil with which the manufacture approach of said second actuator consists of a compound of copper, nickel, stainless steel or iron, and nickel with etching or a press in claims 1, 2, 3, or 4, the process which form the insulator layer which consists of polyimide, a photoresist, a metallic oxide, or metal nitriding ****, a process which form the electrode layer which consists of copper or aluminum, and a process which form the soft-magnetism film which consists of a compound of iron or iron, and nickel.

[Translation done.]